

Samu Lappalainen

# **MVP-MALLIN HYÖDYNTÄMINEN IOT- SOVELLUKSEN KÄYTTÄJÄKOKEMUK- SEN SUUNNITTELUSSA**

Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta  
Diplomityö  
Toukokuu 2019

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN YLIOPISTO

Tietotekniikan koulutusohjelma

**LAPPALAINEN, SAMU:** MVP-mallin hyödyntäminen IoT-sovelluksen käyttäjäkokemuksen suunnittelussa

Diplomityö, 45 sivua

Toukokuu 2019

Pääaine: User Experience

Tarkastajat: Kaisa Väänänen ja Jari Varsaluoma

Avainsanat: Internet of Things, käyttäjäkokemus, MVP-malli

Minimum Viable Product (lyhennetään MVP), suomeksi pienin toimiva tuote, on Eric Riesin *The Lean Startup* kirjan esittelemä ketterä tapa kehittää tuotteita tai palveluita. MVP:n ajatuksena on kehittää mahdollisimman nopeasti mahdollisimman pienillä kustannuksilla minimaalinen toimiva versio tuotteesta.

Esineiden internet (Internet of Things, IoT) on verkko, jossa asiat ovat langattomasti yhteydessä toisiinsa älykkäiden antureiden avulla. IoT:n tarkoituksena on tuoda tavallisiin esineisiin ja asioihin älykkyyttä anturien avulla, kerätä niistä dataa ja yhdistää esineet verkkoon.

Tämän diplomityön tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin MVP -malli soveltuu ketterän IoT -ohjelmistoprojektin käyttäjäkokemuksen suunnitteluun sekä mitkä ovat MVP -mallin hyvät ja huonot puolet ketterissä IoT -projekteissa. Tämän työn pohjana toimii MVP -mallin avulla toteutettu Freesi -sisäilmapalvelu. Freesi on IISY Oy:n vuonna 2017 kehittämä IoT -palvelu, jossa langattomat mittaustilat mittavat kiinteistöjen ilmanlaadua ja lähettävät mittaustietonsa pilvipalveluun. Freesiä käytetään kiinteistöjen ilmanlaadun etävalvontaan.

Työssä toteutettiin kaksi haastattelututkimusta. Ensimmäisen tarkoituksena oli selvittää Freesi -palvelun käytettävyyttä haastatteleamalla palvelun käyttäjiä. Toisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää MVP -mallin hyviä ja huonoja puolia haastatteleamalla asiantuntijoita, joilla oli kokemusta IoT -projekteista, joissa oli kehitetty MVP.

Ensimmäisen haastattelututkimuksen tulokset osoittivat, että MVP -malli soveltui hyvin Freesi -sisäilmapalvelun suunnitteluun. Käyttäjät pitivät Freesiä selkeänä, loogisena, helppokäyttöisenä ja nopeasti opittavana. Toisen haastattelututkimuksen tulokset antavat tukea sille, että MVP -malli on toimiva ratkaisu ketterien IoT -projektien kehittämiseen. MVP -mallin hyvinä puolina pidettiin sen joustavuutta, nopeaa pääsyä markkinoille ja kehitystiimin kehitystyön fokuksimista. MVP -mallin heikkouksina pidettiin riskejä tehdä MVP:stä liian minimaalinen sekä hukata resursseja keskeneräiseksi jäävien kehitysharjojen tekemiseen.

## ABSTRACT

UNIVERSITY OF TAMPERE

Computer science

**LAPPALAINEN, SAMU:** Utilizing MVP-model in the user experience design of IoT software

Master's Thesis, 45 pages

May 2019

Major: User Experience

Examiners: Kaisa Väänänen and Jari Varsaluoma

Keywords: Internet of Things, User Experience, MVP

Minimum Viable Product (MVP) is an agile method to develop products or services first introduced by Eric Ries in his book *The Lean Startup*. The main idea of MVP is to develop minimal version of the product as fast as possible and with as low resource costs as possible.

Internet of Things (IoT) is a network where things are connected wirelessly via smart sensors. Purpose of IoT is to introduce intelligence with sensors into ordinary objects and things, collect data from the sensors and connect the objects into a network.

Purpose of this master's thesis is to find out how suitable the MVP-model is to the user experience design of an agile IoT software project. Another goal is to discover the pros and cons of MVP-model in agile IoT projects. The foundation for this thesis is the Freesi indoor air service that was developed using the MVP-model. Freesi is an IoT service developed by IISY Ltd in 2017 where wireless sensors measure the indoor air of real estates and sends the measurement data to a cloud service. Freesi is used for remote surveillance of real estate air quality.

This thesis consisted of two interview studies. Purpose of the first study was to discover how good the usability of Freesi product was by interviewing the Freesi users. Purpose of the second study was to discover the pros and cons of MVP-model by interviewing ICT professionals who had experience from IoT projects that had developed an MVP.

Results of the first interview study indicated that the MVP-model was suitable for the design of Freesi indoor air service. Users felt that Freesi was uncomplicated, logical, easy to use and fast to learn. Results of the second interview indicated that MVP-model is a good solution for the development of agile IoT projects. Some of the pros of MVP-model were its flexibility, fast access to the market and the focusing of the work of the development team. A risk to make the MVP too minimal and a risk to lose resources when working on development branches that are never completed were considered as weaknesses of the MVP-model.

## ALKUSANAT

Opiskeluni Tampereen teknillisessä yliopistossa ovat vuosien varrella sisältäneet paljon ylä- ja alamäkiä, paljon opittuja asioita, paljon uusia ystäviä ja hyviä muistoja. Aika-ajoin epäilin itsekin, valmistunko koskaan, mutta nyt kun olen päässyt maaliin, tuntuu että kaikki oli sen arvoista. Kiitos kaikille, jotka kannustivat ja auttoivat minua valmistumaan. Erityiskiitos Tapio Katajistolle, Tommi Ekolalle ja Ari Lemmetille, te teitte opiskelujani hauskaa ja autoitte minua todella paljon opiskelujen edistämisessä.

Suuri kiitos diplomityöni tarkastajalle professori Kaisa Väänäselle, joka auttoi minua valtavasti diplomityöprosessin aikana lukuisin tavoin.

Haluan kiittää työnantajaani Ciniaa sekä IISY Oy:tä mahdollisuudesta tehdä diplomityö minulle tutusta ja mielenkiintoisesta projektista. Kiitokset diplomityön ohjaajalleni Tommi Harakkamäelle ideoista ja sopivan lähestymistavan löytämiseksi tähän työhön.

Viimeisenä suuri kiitos kaikille perheenjäsenille, ystäville ja työkavereille, jotka tukivat minua viimeisen vuoden aikana ja auttoivat minua saamaan diplomityöni valmiiksi.

Helsingissä, 11.5.2019

Samu Lappalainen

# SISÄLLYSLUETTELO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | JOHDANTO .....   | 1  |
| 1.1   | Motivaatio .....   | 1  |
| 1.2   | Tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....                        | 1  |
| 1.3   | Menetelmät.....  | 2  |
| 1.4   | Työn rakenne.....  | 2  |
| 2.    | TEOREETTINEN TAUSTA .....                                    | 3  |
| 2.1   | Käyttäjäkokemus .....  | 3  |
| 2.1.1 | Käyttäjäkokemuksen perusteet .....                           | 3  |
| 2.1.2 | Käyttäjäkokemus projektityössä .....                         | 4  |
| 2.2   | Ketterä ohjelmistokehitys.....                               | 5  |
| 2.2.1 | Ketterän ohjelmistokehityksen perusta .....                  | 5  |
| 2.2.2 | Scrum .....  | 6  |
| 2.3   | MVP -malli.....  | 8  |
| 2.3.1 | Lean Startup ja MVP.....                                     | 8  |
| 2.3.2 | MVP ketterässä ohjelmistokehityksessä .....                  | 10 |
| 2.4   | Internet of Things .....                                     | 11 |
| 2.4.1 | Perusteet .....  | 11 |
| 2.4.2 | IoT sovelluskohteet .....                                    | 13 |
| 2.5   | Yhteenveto .....   | 14 |
| 3.    | FREESI -SISÄILMAPALVELU .....                                | 16 |
| 3.1   | Freesin esittely.....  | 16 |
| 3.2   | Freesin käyttöliittymä.....                                  | 17 |
| 3.3   | Freesin käyttäjäkokemuksen suunnittelu .....                 | 21 |
| 4.    | TUTKIMUSPROSESSI JA MENETELMÄT .....                         | 23 |
| 4.1   | Tutkimuskysymykset .....                                     | 23 |
| 4.2   | Haastattelut.....  | 23 |
| 4.2.1 | Loppukäyttäjähaastattelu .....                               | 23 |
| 4.2.2 | Haastattelu MVP -mallin hyödyistä ja haitoista .....         | 25 |
| 5.    | TULOKSET .....   | 28 |
| 5.1   | Loppukäyttäjähaastattelu.....                                | 28 |
| 5.1.1 | Haastattelutulokset .....                                    | 28 |
| 5.1.2 | Havainnot tehtävistä.....                                    | 31 |
| 5.2   | Asiantuntijoiden haastattelut MVP -mallista .....            | 35 |
| 6.    | JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....                              | 41 |
| 6.1   | Palvelun käytettävyys.....                                   | 41 |
| 6.2   | MVP -mallin käyttö ketterissä IoT -projekteissa .....        | 41 |
| 6.2.1 | MVP -mallin soveltuvuus ketteriin IoT -projekteihin.....     | 42 |
| 6.2.2 | Tutkimuksen rajoitteet .....                                 | 43 |
| 6.3   | Kehitysehdotukset ja suositukset projektin jatkamiselle..... | 43 |
| 6.4   | Freesin kehitys tutkimuksen jälkeen .....                    | 45 |

|              |    |
|--------------|----|
| LÄHTEET..... | 46 |
|--------------|----|

## KUVALUETTELO

|   |    |
|---|----|
| <i>Kuva 1. Build-Measure-Learn silmukka</i> .....   | 10 |
| <i>Kuva 2: Freesin yleisnäkymä</i> .....  | 18 |
| <i>Kuva 3: Freesin kohdelista</i> .....   | 19 |
| <i>Kuva 4: Freesin kohdenäkymä</i> .....  | 19 |
| <i>Kuva 5: Anturivertailu lämpötilalle</i> .....  | 20 |
| <i>Kuva 6: Freesin tilanäkymä</i> .....   | 21 |
| <i>Kuva 7: Kohdenäkymän kuvaaja viimeiseltä kuukaudelta</i> .....                                 | 32 |
| <i>Kuva 8: Kohdenäkymän anturivertailu viimeiseltä kuukaudelta, lämpötila<br/>valittuna</i> ..... | 33 |
| <i>Kuva 9: Tapahtumaloki ja huoltomerkinnän luonti</i> .....                                      | 34 |

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

|      |  |
|------|--|
| IAQ  | engl. Indoor Air Quality   |
| IoT  | engl. Internet of Things, esineiden internet   |
| B2B  | engl. Business-to-Business, yritykseltä-yritykselle  |
| MVP  | engl. Minimum Viable Product, pienin toimiva tuote   |
| RFID | engl. Radio Frequency Identification, radiotaajuinen tunnistus                               |
| UI   | engl. User Interface, käyttöliittymä   |
| UX   | engl. User Experience, käyttäjäkokemus   |
| TVOC | engl. Total Volatile Organic Compounds, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus |



# 1. JOHDANTO

Tässä luvussa esitellään johdanto työlle. Ensin käydään läpi motivaatio työlle. Tämän jälkeen käsitellään työn tavoitteet sekä tutkimuskysymykset. Lopuksi käydään läpi työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ja työn rakenne.

## 1.1 Motivaatio

Suomen koulujen homeongelmat ovat viime vuosina olleet toistuvasti uutisissa. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan (2012) tekemän arvion mukaan Suomessa 12-18% kouluissa ja 20-26% hoitolaitoksissa on merkittäviä kosteus- ja homevaurioita. Kosteus- ja homevaurioiden vaikutus terveyteen liittyviin kustannuksiin on arviolta 23-953 miljoonaa euroa. Sisäilmaa ymmärtämällä voidaan päätellä kiinteistön rakennustekninen kunto, taloautomaatiikan toiminta ja mahdolliset ihmisille aiheutuvat terveysriskit. Puhdas sisäilma tukee toimintakykyä, terveyttä ja oppimista (THL 2019). Kiinteistöjen sisäilman automaattinen valvonta ja ongelmien ennakoiva ehkäiseminen on noussut yhdeksi ratkaisuksi rakennuksiin kohdistuviin ongelmiin.

IISY Oy kehitti Freesi -sisäilmapalvelun ratkaisemaan sisäilmaongelmia. Freesi on IoT -palvelu, jossa langattomat mittauslaitteet mittaavat kiinteistöjen ilmanlaatua ja lähettävät mittausdatansa pilvipalveluun. Freesiä käytetään kiinteistökannan ilmanlaadun etävalvontaan. Freesi -projektin kehitysvastuu oli Cinia Oy:llä, joka yhdessä IISY:n kanssa päätti kehittää palvelun MVP -mallin mukaisesti. Minimum Viable Product (lyhennetään MVP), suomeksi pienin toimiva tuote, on Eric Riesin (2011) *The Lean Startup* kirjan esittelemä ketterä tapa kehittää tuotteita tai palveluita. MVP:n ajatuksena on kehittää mahdollisimman nopeasti mahdollisimman pienillä kustannuksilla minimaalinen toimiva versio tuotteesta (Ries 2011). Tavoitteena on toteuttaa tuotteesta resursseja säästään sellainen versio, josta voidaan kerätä oikeilta asiakkailta palautetta.

## 1.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin MVP -malli soveltuu ketterän IoT -ohjelmistoprojektin käyttäjäkokemuksen suunnitteluun sekä mitkä ovat MVP -mallin hyvät ja huonot puolet ketterissä IoT -projekteissa.

Projektissa rakennettiin Freesi -sisäilmapalvelu, joka hyödyntää rakennuksiin asennettuja antureita, joiden mittausdata tallennetaan pilveen. Tutkimus jakautui kahteen kokonaisuuteen. Ensimmäinen osa oli haastattelututkimus Freesin käyttäjille. Tämän tutkimuksen

tavoitteena oli selvittää käyttäjien mielipiteet palvelun käytettävyydestä sekä kokonaisvaltaisesta laadusta. Toinen osa tutkimusta oli haastattelututkimus MVP -mallista, jossa haastateltiin MVP -mallilla toteutetuissa IoT -projekteissa mukana olleita henkilöitä. Tämän osion tarkoituksena oli kerätä kokemuksia MVP -projekteista ja selvittää MVP -mallin hyötyjä ja haittoja.

**TK1:** Kuinka hyvin MVP -malli soveltui Freesi -sisäilmapalvelun kehittämiseen?

**TK2:** Mitkä ovat MVP -mallin hyödyt ja haitat ketterässä IoT -projektissa?

Ensimmäinen tutkimuskysymys antaa vastauksen sille kuinka laadukas käyttäjäkokemus Freesi -projektissa onnistuttiin luomaan MVP -mallia hyödyntäen ja kuinka hyvin se soveltuu Freesin kaltaisen projektin kehittämiseen. Toinen tutkimuskysymys antaa vastauksen sille mitä pitää huomioda MVP:n käytössä IoT -projekteissa ja mitkä ovat MVP -mallin suurimmat hyödyt ja haitat.

### **1.3 Menetelmät**

Työn empiirinen osuus koostui kahdesta haastattelututkimuksesta. Ensimmäisessä haastattelututkimuksessa käytettiin puolistrukturoitua haastattelua yhdistettynä observointiin. Haastattelukysymysten esittämisen jälkeen, haastateltaville annettiin tehtäviä, joiden suoritusta tarkkailtiin. Toinen haastattelututkimus toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna.

### **1.4 Työn rakenne**

Työn toisessa luvussa tutustutaan käyttäjäkokemuksen, ketterän ohjelmistokehityksen, MVP -mallin sekä esineiden internetin (Internet of Things, lyhennetään IoT) teoriaan. Kolmas luku sisältää esittelyn Freesi -sisäilmapalvelusta. Neljännessä luvussa esitellään työssä käytetyt tutkimusmenetelmät ja kerrataan tutkimuskysymykset. Viidennessä luvussa esitellään keskeisimmät tutkimustulokset. Kuudennessa luvussa käydään läpi tuloksista tehdyt johtopäätökset, vastaukset tutkimuskysymyksiin ja pohdinta.

## 2. TEOREETTINEN TAUSTA

Tässä luvussa käsitellään työn kannalta keskeisimpien teemojen teoreettiset taustat. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään käyttäjäkokemusta sekä sen suunnittelua projektityössä. Toinen alaluku käsittelee ketterän ohjelmistokehityksen pääperiaatteet. Kolmas alaluku kuvaa MVP -mallin teoriaa ja sen käyttötapoja ohjelmistoprojekteissa. Neljäs alaluku esittelee IoT:n teorian perusteita ja yleisimpiä sovelluskohteita. Viimeisenä alalukuna lyhyt yhteenveto tärkeimmistä teoriakokonaisuuksista.

### 2.1 Käyttäjäkokemus

Tässä alaluvussa perehdytään käyttäjäkokemuksen teoriaan työn kannalta oleellisia aiheita painottaen. Ensin esitellään yleisesti käyttäjäkokemuksen taustaa. Tämän jälkeen perehdytään käyttäjäkokemuksen hyödyntämiseen ketterissä ohjelmistoprojekteissa.

#### 2.1.1 Käyttäjäkokemuksen perusteet

Lauralee Alben oli ensimmäisten joukossa määrittelemässä käyttäjäkokemusta (engl. User Experience, UX) vuonna 1996. Hänen määritelmässään käyttäjäkokemus käsittää kaikki ne tavat, miten ihminen käyttää interaktiivista tuotetta. Miltä tuote tuntuu heidän kädessään, kuinka hyvin he ymmärtävät miten se toimii, miltä heistä tuntuu käyttäessään sitä, kuinka hyvin tuote täyttää heidän käyttötarkoituksensa, kuinka hyvin se sopii käyttökontekstiin, jossa he sitä käyttävät ja kuinka paljon se vaikuttaa heidän elämänlaatuunsa (Alben 1996).

Vuosien aikana käyttäjäkokemukselle on annettu lukuisia määritelmiä, jotka ovat usein olleet kiisteltäviä (Bargas-Avila & Hornbaek 2011). Kansainvälinen standardisointijärjestö ISO (International Organization for Standardization) julkaisi oman määritelmänsä käyttäjäkokemukselle vuonna 2010. ISO -standardi määritelmä käyttäjäkokemukselle: Tuotteen, järjestelmän tai palvelun käytöstä ja/tai odotetusta käytöstä tuloksena syntyneet henkilön havainnot ja reaktiot. Käyttäjäkokemuksesta on muodostunut Bargas-Avilan ja Hornbaekin (2011) mukaan sateenvarjotermi uusille tavoille ymmärtää ja tutkia interaktiivisten tuotteiden laatua.

Suunniteltaessa tuotteita on tärkeää ymmärtää ketkä tuotetta tulevat käyttämään, mitä käyttäjät tuotteelta odottavat, mikä käyttäjille on tärkeää ja miltä heistä tuntuu tuotetta käyttäessä. Näitä asioita pyritään selvittämään käyttäjäkokemussuunnittelulla. Nielsenin ja Normanin mukaan ensimmäinen vaatimus esimerkilliseen käyttäjäkokemukseen on tyydyttää asiakkaan tarkat tarpeet ilman vaivaa (Nielsen & Norman). Tämän jälkeen tärkeintä on yksinkertaisuus ja eleganssi, joiden avulla syntyy tuotteita, joita on ilo käyttää ja ilo omistaa. Nielsen ja Norman painottavat tärkeyttä ymmärtää käyttäjäliittymän (engl.

User Interface, UI) ja käyttäjäkokemuksen erot, vaikka käyttöliittymä onkin äärimmäisen tärkeä osa designia. Vaikka palvelun käyttöliittymä olisi hyvin miellyttävä ja erinomainen, voi käyttäjäkokemus silti olla huono, jos palvelu ei esimerkiksi tarjoa ominaisuuksia mitä käyttäjä siltä tarvitsee.

Käyttäjäkokemuksen arviointi on tapa kerätä tietoa siitä, mitä käyttäjät ovat tunteneet tuotteen käytön aikana ja mitä mieltä he ovat tuotteesta (Bargas-Avila & Hornbaek 2011). Yleisimpiä tapoja kerätä tätä tietoa ovat kyselyt, haastattelut sekä käyttäjän observointi. Observointi on käyttäjien tarkkailua, samalla kun he käyttävät tutkittavaa tuotetta. Sen avulla on mahdollista löytää uudenlaisia ongelmakohtia tuotteesta, jotka voisivat jäädä muilla tutkimusmenetelmillä löytämättä.

## 2.1.2 Käyttäjäkokemus projektityössä

Käyttäjäkokemuksen suunnittelu on kriittinen osa palvelun suunnittelua, kun halutaan varmistaa, että tuote on helppokäyttöinen ja miellyttävä käyttää. On olemassa lukuisia malleja ja prosesseja, joilla käyttäjäkokemusta voidaan suunnitella. Tässä alaluvussa esitellään kaksi merkittävää suunnittelumallia.

Yksi merkittävä tapa suunnitella projektien käyttäjäkokemusta on **käyttäjäkeskeinen suunnittelu** (User Centered Design, UCD). Käyttäjäkeskeinen suunnittelu tarkoittaa tuotteen suunnittelemista ja rakentamista käyttäjän kokemusten perusteella, pohjautuen käyttäjän tarpeisiin ja tavoitteisiin (Mao *et al.* 2005). Se on iteratiivinen prosessi, jossa käyttäjät ja heidän tarpeensa ovat suunnittelun keskiössä projektin suunnittelun jokaisessa vaiheessa. Tuotteen käyttömalli ja toiminnallisuus suunnitellaan käyttäjän tarpeiden optimaalisen täyttämisen ympärille. Käyttäjäkeskeinen suunnittelu pitää sisällään lukuisia menetelmiä, kuten käyttäjätutkimus, rautalankamallit, prototyypit, haastattelut ja käyttäjätarinat. ISO-standardi 9241-210:2010 määrittelee käyttäjäkeskeisen suunnittelun lähestymistapana interaktiivisten järjestelmien kehitykseen, jonka tavoitteena on tehdä järjestelmistä käytettäviä ja hyödyllisiä, keskittyen käyttäjiin, heidän tarpeisiinsa ja vaatimuksiinsa (ISO 9241-210:2010).

**Lean UX** on Jeff Gothelfin (2013) ja Joshua Seidenin kehittämä lähestymistapa käyttäjäkokemuksen suunnitteluun, joka on kasvattanut suosiotaan viime vuosina (Nudelman 2018). Lean UX:n tarkoituksena on tuoda digitaalisia tuotteita markkinoille nopeasti idean syntymisen jälkeen tekemättä kompromisseja suunnittelun laadussa. Lean UX rikkoo perinteistä vaiheellista lähestymistapaa ohjelmistokehitykseen ja perustuu Eric Riesin (2011) *The Lean Startup* kirjassa esittelemään iteratiiviseen malliin toimia. Iteratiivisessa mallissa tehdään useita kierroksia kehitettävän asian rakentamiseksi, jotta tekeminen saadaan pilkottua lyhyisiin aikajaksoihin, joista voidaan oppia tekemättä tuotetta loppuun asti.

Lean UX perustuu malliin, jossa projektijohtajan on tehtävä yhteistyötä suunnittelijoiden ja ohjelmistokehittäjien kanssa, sen sijaan että olisi riippuvainen perinteisestä vesiputousmallista, jossa UX-ammattilainen on yksin vastuussa koko ratkaisusta ja asiakkaan hyväksynnän saamisesta ennen kehityksen alkua (Gothelf 2013). Projektijohtajat varmistavat, että suunnittelijat ja kehittäjät tekevät yhteistyötä parantaakseen käyttäjäkokemusta organisaation bisnestavoitteiden pohjalta. Lean UX mallissa suunnittelijat ja kehittäjät työskentelevät yhdessä tiimissä, jonka tarkoituksena on löytää ratkaisuja ongelmiin.

## 2.2 Ketterä ohjelmistokehitys

Tässä alaluvussa käsitellään lyhyesti nykypäivänä hyvin merkittävässä asemassa olevaa ketterää ohjelmistokehitystä. Ensin esitellään lyhyesti muita ohjelmistokehitysmalleja, jonka jälkeen käydään tarkemmin läpi Scrum -mallia. Tämän työn keskiössä oleva Freesi-projekti toteutettiin Scrumia käyttäen.

### 2.2.1 Ketterän ohjelmistokehityksen perusta

**Ketterä ohjelmistokehitys** pyrkii vastaamaan tarpeeseen kehittää ohjelmistoja nopeasti ympäristössä, jossa vaatimukset muuttuvat nopeassa syklissä. Iteratiivinen kehitys on tyypillistä kaikille ketterille menetelmille ja yleensä asiakkaalle julkaistaan versioita kehitettävästä tuotteesta säännöllisin väliajoin. (Greer & Hamon 2011).

Ketterä ohjelmistokehitys on suhteellisen uusi tapa kehittää ohjelmistoja. Jeff Sutherland keksi Scrum-prosessin vuonna 1993, josta muodostui ketterän kehityksen tärkein toimintamalli (Agile Alliance 2019). Ketterän ohjelmistokehityksen manifesti *Agile Manifesto* kirjoitettiin vuonna 2001, joka listasi 12 periaatetta, joita ketterässä kehityksessä tulisi noudattaa (Agile Manifesto 2001). Ennen ketterän ohjelmistokehityksen nousua suosioon yleisin tapa rakentaa ohjelmistoja oli vaiheellinen ohjelmistokehitysmalli, jonka tunnetuin implementaatio on vesiputousmalli.

Vesiputousmalli on yksi perinteinen **vaiheellinen ohjelmistokehitysprosessi**. Vaiheellisissa prosesseissa pyritään etukäteen suunnittelemaan ja ennakoimaan kaikki ominaisuudet mitä käyttäjä saataisi haluta lopputuotteessa olevan, sekä määrittää paras tapa toteuttaa nämä ominaisuudet. Ajatuksena on, mitä paremmin projekti suunnitellaan, sitä parempi ymmärrys saavutetaan ja näin toteutuskin on paras mahdollinen. Prosessin suoritus etenee vaiheittain eteenpäin, eikä muutoksia aiemmin suoritettuihin vaiheisiin ole enää myöhemmin mahdollista tehdä. Prosessin alussa suoritetaan vaatimusmäärittely, jota seuraa suunnitteluvaihe, jonka jälkeen tulee kehitysvaihe ja lopuksi testausvaihe. Vesiputousmalli toimii hyvin projekteissa, joissa ratkaistava ongelma on hyvin määritelty, ennustettavissa ja johon ei ole odotettavissa muutoksia. Ongelmaksi muodostuu se, että valtaosa tuotekehitysprojekteista eivät ole ennustettavia tai muuttumattomia, varsinkaan projektin alussa. (Rubin 2012)

Vaiheellinen ohjelmistokehitys olettaa, että asiat määritellään oikein heti ensimmäisellä yrityksellä ja että valtaosa tai kaikki tuotteen palasista lokahtavat kohdalleen projektin loppupuolella (Rubin 2012). Ketterä ohjelmistokehitys sen sijaan perustuu iteratiiviseen ja inkrementaaliseen kehitykseen.

**Iteratiivinen kehitys** hyväksyy sen, että projektin aikana asioita tulee todennäköisesti menemään pieleen, ennen kuin asiat menevät oikein ja että asioita tehdään huonosti, ennen kuin ne tehdään hyvin (Goldberg & Rubin 1995). Kehityksen aikana käytetään useita kierroksia kehitettävän asian parantamiseksi, jotta paras mahdollinen ratkaisu lopulta saavutettaisiin. Iteratiivinen kehitys on erinomainen tapa parantaa tuotteen laatua kehityksen aikana (Rubin 2012). Iteratiivisen kehityksen suurin haittapuoli on, että etukäteen on vaikea määritellä kuinka monta kehityskierrosta on tarpeellista tehdä.

**Inkrementaalinen kehitys** perustuu laajojen kokonaisuuksien pilkkomiseen sopivan pieniin osiin, jotta kehitystiimi voi oppia miten pienemmät osat projektia toimivat, ilman että kaikki valmistuisi kerralla projektin lopulla. Inkrementaalinen kehitys antaa tärkeää informaatiota, joka mahdollistaa kehitystyön mukauttamisen ja projektin toimintamallien muuttamisen. Inkrementaalisen kehityksen suurin haittapuoli on kehittämisen pilkkomisen aiheuttama suuremman kokonaisuuden hahmottamisen vaikeus. Scrum hyödyntää sekä iteratiivista että inkrementaalista kehitystapaa, samalla vähentäen molempien haittapuolia.

## 2.2.2 Scrum

**Scrum** on innovatiivisten tuotteiden ja palveluiden kehittämisen ketterä menetelmä (Rubin 2012). Scrum on perinteisen deterministisen projektinhallinnan vastakohta. Scrum näyttää projektijohdolle, kuinka ohjata projektia optimaalista reittiä pitkin, joka avautuu projektin etenemisen aikana (Goldberg & Rubin 1995). Yksinkertaistettuna Scrum on työn organisoinnin ja hallinnan viitekehys. Scrum tarjoaa joukon arvoja, periaatteita ja käytäntöjä, joiden avulla organisaatiot voivat luoda itselleen sopivan version Scrumista (Rubin 2012). Kaikki Scrumin käytännöt nojautuvat iteratiiviseen prosessiin. State of Scrum (2018) raportin mukaan Scrum on tänä päivänä ylivoimaisesti suosituin tapa tehdä ketteriä ohjelmistoprojekteja.

### Scrum roolit

Scrumissa on kolme roolia: Tuotteen omistaja (Product Owner), tiimi sekä Scrum-mestari (Scrum Master). Projektin hallinnollinen vastuu jakautuu näiden kolmen roolin välille.

**Tuotteen omistajan** vastuu on edustaa kaikkia projektin sidosryhmiä, joilla on omistusosuus projektiin tai lopputuloksena syntyvään tuotteeseen. Tuotteen omistaja on vastuussa siitä mitä kehitetään ja missä järjestyksessä. Tuotteen omistaja toimii suorana link-

kinä projektin tilaavaan asiakkaaseen ja hänen tehtävänä on määritellä projektin vaatimukset. Näistä vaatimuksista muodostuu tuotteen työlista (Product Backlog). Tuotteen työlista on priorisoitu lista ominaisuuksista, jotka tarvitaan onnistuneen tuotteen kehittämiseen (Rubin 2012). Tuotteen omistaja on vastuussa työlistan priorisoinnista, jotta tuotteen tärkeimmät ominaisuudet kehitetään ensimmäisenä.

**Tiimi** on vastuussa toiminnallisuuden kehittämisestä. Kehitystiimille annetaan vastuu työnsä organisoimisesta ja hallinnasta. Itseohjautuvuudella pyritään kasvattamaan tiimin tehokkuutta. Tiimin sisällä ei kenelläkään ole tittleitä, vaan kaikki jäsenet ovat keskenään tasa-arvoisia. Yksittäisillä tiimin jäsenillä saattaa olla erikoisosaamisalueensa, mutta tiimi kantaa yhdessä vastuun kaikista päätöksistä ja tuloksista.

**Scrum-mestari** on vastuussa, että kaikki projektin jäsenet noudattavat Scrumin sääntöjä. Hän toimii Scrumissa valmentajan kaltaisessa roolissa sekä tiimille että tuotteen omistajalle. Scrum-mestarin ei ole tarkoitus ratkaista projektin ongelmia tiimin puolesta, vaan sen sijaan auttaa tiimiä ratkaisemaan ongelmat itse (Rubin 2012). Scrum-mestarin vastuulla on poistaa esteitä, jotka heikentävät tiimin tuottavuutta.

### Scrumin osat

Scrumin ydin on **sprintti**, joka on maksimissaan yhden kuukauden pitkä aikajakso, jonka aikana valmis, käytettävä tai potentiaalisesti julkaistavissa oleva osa projektista rakentuu. Sprintit koostuvat sprintin suunnittelusta, kehitystyöstä, päiväpalavereista, sprintin katselemisesta sekä sprintin jälkitarkastelusta. Sprinttiin sisältyy sääntöjä, joita tulee noudattaa:

1. Sprintin aikana ei saa tehdä mitään muutoksia, jotka voisivat vaarantaa sprintille asetetun tavoitteen
2. Sprintille asetetut laatuvaatimukset eivät saa laskea
3. Sisältöä voidaan tarkentaa ja uudelleen neuvotella tuoteomistajan ja tiimin välillä, kun on opittu lisää

Jokaista sprinttiä voidaan pitää itsenäisenä projektina, joka on korkeintaan yhden kuukauden mittainen. (Schwaber & Sutherland 2017)

**Päiväpalaveri** (Daily Scrum) on 15 minuuttia pitkä säännöllisesti samaan aikaan ja samassa paikassa järjestettävä tiimin sisäinen tilannekatsaus. Kaikkien tiimin jäsenien on osallistuttava päiväpalaveriin. Scrum-mestari aloittaa palaverin sovittuna ajanhetkenä ja jakaa puheenvuoroja tiimin jäsenille. Jokainen tiimin jäsen kertoo lyhyesti mitä hän on tehnyt edellisen päiväpalaverin jälkeen, mitä aikovat tehdä seuraavaksi ja estääkö mikään häntä tekemästä työtänsä mahdollisimman tehokkaasti. Tiimin jäsenien ei tulisi keskustella mistään muusta asiasta kuin edellä mainitusta. (Schwaber & Sutherland 2017)

**Sprintin suunnittelu (Sprint Planning)** tehdään ennen jokaisen sprintin alkua. Tarkoituksena on päättää mitä tiimi tekee seuraavan sprintin aikana ja miten suoritettavat asiat toteutetaan. Suunnitteluun osallistuu koko Scrum tiimi. Tuotteen omistaja esittää sprintille tavoitteen ja työlistan tehtävät, jotka suorittamalla tavoitteeseen päästään. Tiimin vastuulla on arvioida tehtäviin kuluva aika ja valita työlistalta sopiva määrä tehtäviä sprintille, jotta kaikki ehditään suorittaa. (Schwaber & Sutherland 2017)

**Sprintin katselmointi (Sprint review)** pidetään jokaisen sprintin lopussa, jossa tarkastellaan sprintin tuotoksia ja muokataan työlistaa, jos se on tarpeellista. Katselmoinnin aikana Scrum tiimi ja projektin tärkeimmät sidosryhmät keskustelevat mitä sprintin aikana tehtiin. Tuoteomistaja selittää mitkä työlistan tehtävät valmistuivat sprintin aikana ja mitkä eivät. Kehitystiimi kertoo mikä meni sprintin aikana hyvin, minkälaisiin ongelmiin törmättiin ja miten ongelmat ratkaistiin. Kehitystiimi esittelee valmistuneet tehtävät ja vastaavat kysymyksiin. Koko Scrum tiimi ja sidosryhmät keskustelevat mitä seuraavassa sprintissä tulisi tehdä, jotta katselmoinnista saadaan arvokasta tietoa seuraavaan sprintin suunnitteluun. Katselmoinnissa opittujen asioiden nojalla tuotteen työlistaa voidaan muokata paremmin kuvastamaan projektin nykytilannetta. (Schwaber & Sutherland 2017)

**Sprintin jälkitarkastelu (Sprint retrospective)** järjestetään katselmoinnin jälkeen. Jälkitarkastelu antaa Scrum tiimille mahdollisuuden tarkastella omaa tekemistään ja suunnitella tapoja parantaa tiimin työskentelyä tulevia sprinttejä varten. Scrum mestarin vastuulla on varmistaa, että tapaaminen on positiivinen ja tuottelias. Jälkitarkastelun tarkoituksena on tarkastella miten edellinen sprint sujui tiimin mielestä, tunnistaa asiat, jotka menivät hyvin ja mitkä menivät huonosti sekä luoda suunnitelma, miten Scrum tiimin työskentelyä voidaan parantaa. (Schwaber & Sutherland 2017)

## 2.3 MVP -malli

Tässä alaluvussa perehdytään MVP -mallin teoriaan. Ensin käydään läpi Lean Startup sekä MVP -mallin taustat, jonka jälkeen tarkastellaan tarkemmin MVP:n hyödyntämistä ohjelmistoprojekteissa.

### 2.3.1 Lean Startup ja MVP

Uuden tuotteen tai palvelun kaupallistaminen on kompleksi tehtävä, johon liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Tapahtuu kehitys sitten suuressa korporaatiossa tai startupissa, vaatii kehitys visiota, määrätietoisuutta sekä resursseja. Hyvää visiota ja määrätietoisuutta on helpompi hankkia, mutta resurssit voivat olla vähissä. Jokaisen menestystä haluavan startupin täytyy varmistaa, että vähäiset resurssit riittävät mahdollisimman pitkään sekä demonstroida, että kehitettävä tuote on markkinakelpoinen niin aikaisin kuin mahdollista (Moogk 2012). Vastauksia näihin jokaista startupia koskeviin haasteisiin esitellään Eric Riesin kirjassa *The Lean Startup*.



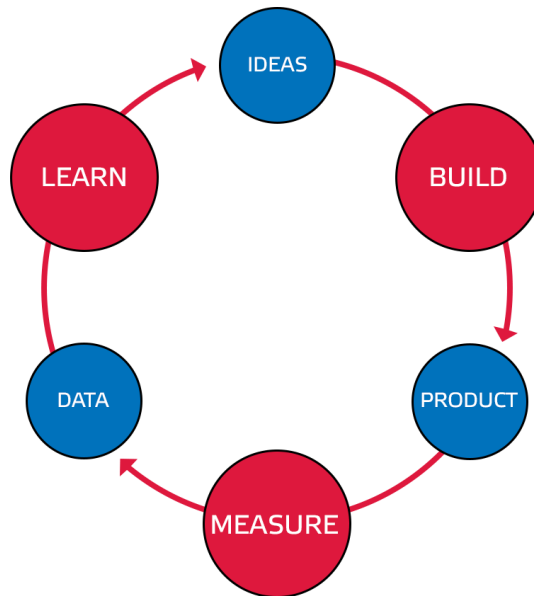
**Lean Startup** on Eric Riesin samannimisessä kirjassa esittelemä toimintamalli, jonka tarkoituksena on antaa startup-yrityksille valmiudet hallita yritystensä ja saattaa tuotteensa asiakkaiden käsiin nopeammin. Ries (2011) määrittelee startupin näin: Startup on instituutio, joka on suunniteltu luomaan uusi tuote tai palvelu äärimmäisen epävarmuuden vallitessa. Ries loi Lean Startup mallin poistaakseen kaiken arvottoman ja ylimääräisen painolastin startuppien tuote- ja bisneskehitys prosesseista. Mallin konseptit ja työkalut pyrkivät saavuttamaan tämän opettamalla yrityksiä välttämään asioiden tekemistä, jotka eivät tuota arvoa ja panostamaan asioihin, jotka tuottavat. Mallin kriittisenä osana on kaksi hypoteesia, jotka startup-yrittäjät tekevät: arvohypoteesi ja kasvuhypoteesi. Arvohypoteesi testaa tuottaako tuote tai palvelu käyttäjille arvoa ja kasvuhypoteesi testaa kuinka uudet käyttäjät löytävät tuotteen tai palvelun. Startup-yritykselle on välttämätöntä validoida nämä hypoteesit niin nopeasti kuin mahdollista (Moogk 2012). Startup-yrityksen täytyy toimia tavalla, joka mahdollistaa oppimisen ja heidän visionsa samanaikaisen validoinnin (Moogk 2012).

Arvo- ja kasvuhypoteesien testaaminen on osa validoitua oppimista, joka on keskeinen osa Lean Startup mallia. Se on metodi startupin etenemisen empiiriseen demonstroimiseen. Startup suunnittelee ja toteuttaa kokeita, joista kerätyn tiedon avulla hypoteesit joko hyväksytään tai hylätään. Validoidun oppimisen avulla startup pystyy oppimaan arvokkaita asioita bisneksensä nykytilasta sekä tulevaisuuden näkymistä. Validoitu oppiminen on konkreettisempi, tarkempi ja nopeampi tapa hankkia tietoa kuin markkinatutkimukset tai perinteinen liiketoimintasuunnittelu. Kaikki työ, joka ei ole ehdottoman tärkeää oppimisen kannalta voidaan karsia pois. Kaikki mitä startup tekee, voidaan ajatella osaksi koetta, joka on suunniteltu validoidun oppimisen saavuttamiseksi. (Ries 2011).

**Minimum Viable Product** (lyhennetään MVP, suomeksi pienin toimiva tuote) on *The Lean Startup* kirjan esittelemä ketterä tapa kehittää tuotteita tai palveluita. MVP:n ajatuksena on kehittää mahdollisimman nopeasti mahdollisimman pienillä kustannuksilla minimaalinen toimiva versio tuotteesta (Ries 2011). Tavoitteena on toteuttaa tuotteesta resursseja säästään sellainen versio, josta voidaan kerätä oikeilta asiakkailta palautetta. Hokkasen (2017) tutkimuksissa startupit kokivat palautteen keräämisen oikeilta käyttäjiltä ja aikaisten versioiden testaamisen tärkeäksi ja hyödylliseksi. MVP:n täytyy olla tarpeeksi laaja versio tuotteesta, jotta tuotteen tuomaa arvoa voidaan demonstroida tuleville käyttäjille (Moogk 2012). Luomalla MVP:n, yrityksen tavoitteena on vahvistaa arvo- ja kasvuhypoteesit.

MVP -malli toimii Build-Measure-Learn -silmukan mukaisesti. Tämän palautesilmukan ideana on, että yrittäjät saavat tuotteelleen tai palvelulleen käyttäjiä niin nopeasti kuin mahdollista, jotta tuotetta voidaan testata ja tuotteesta saadaan palautetta. Tämän palautteen avulla tuotteelle ennakoon asetettuja oletuksia voidaan validoida, ja jos tuote ei toimi, voidaan tehdä korjausliikkeitä ja yrittää uudelleen. MVP -mallin tavoitteena on kulkea palautesilmukan läpi mahdollisimman tehokkaasti, jotta yritys kehittäisi tuotteita

yhä nopeammin ja oppisi tehdyistä virheistä nopeammin. Palautesilmukka näkyy kuvassa 1.



**Kuva 1.** Build-Measure-Learn silmukka.

Startupin ensimmäinen prioriteetti on päästä silmukan rakennusvaiheeseen MVP:n avulla. MVP on versio tuotteesta, joka mahdollistaa silmukan läpi kulkemisen minimaalilla työllä ja kehitysajalla. Yhden tai useamman iteraation jälkeen voidaan oppia, että osa tuotetta tai strategiaa olikin virheellinen, ja tuotteeseen on tarpeellista tehdä muutoksia. Build-Measure-Learn -silmukan avulla startup-yritys saa palautetta aikaisin ja toistuvasti, sen sijaan että jouduttaisiin tekemään olettamuksia, jotka ollessaan vääriä saattaa johtaa suuriin rahallisiin menetyksiin. Palautteen ansiosta startup voi tehdä tarvittaessa radikaaleja suunnanmuutoksia normaalia pienemmällä riskillä. Ries kirjoittaa kirjassaan: ”Ainoa tapa voittaa on oppia kaikkia muita nopeammin.”

### 2.3.2 MVP ketterässä ohjelmistokehityksessä

MVP -mallin keskeinen sääntö on poistaa kaikki ominaisuudet, jotka eivät suoraan edesauta oppimista (Ries 2011). Jatkuvan palautteen saaminen on kriittistä. palvelun prototyyppien ja demoversioiden esitleminen tasaisin väliajoin tuleville käyttäjille on myöskin suositeltavaa. Digitaalisia tuotteita MVP -mallilla kehittävät startupit kertovat kohtaavansa ongelmia seuraaviin asioihin liittyen (Ghezzi 2018):

1. MVP:n määrittely ja suunnittelu
2. Varhaisten omaksujien tunnistaminen ja heidän huomionsa kiinnittäminen
3. Testausprioriteettien määrittely ja testien sekä kokeiden suunnittelu
4. Muiden markkinamahdollisuuksien ja uhkien huomaamatta jättäminen
5. Tiedonhankinta startupin kilpailullisesta edusta

B2B-kontekstissa MVP ei voi olla liian minimaalinen, koska tuotteen pitäisi sisältää riittävä määrä ominaisuuksia, jotta se voisi kilpailla olemassa olevien tuotteiden kanssa tyydyttävästi (Ghezzi 2018). Digitaalisten tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen yksi hyvä tapa on ohjelmistokehityksen ketterä menetelmä Scrum, joka tarjoaa hyvän tavan kontrolloida projektin ajankäyttöä ja budjettia. Ketterä ohjelmistokehitys soveltuu MVP:n rakentamiseen hyvin, koska kehitystä tehdään iteratiivisesti lyhyissä, yleensä kahden viikon pituisissa, jaksoissa. Tämä tuo projektille liikkumavaraa ja mahdollistaa suunnanmuutokset kesken projektin. Kehitettävän MVP:n prototyyppejä päästään myös esittelemään tasisin väliajoin, joko asiakkaalle tai tuotteen tuleville loppukäyttäjille.

## 2.4 Internet of Things

Tässä alaluvussa selitetään mikä on esineiden internet (Internet of Things) ja minkälaisia sovellutuksia sen ympärillä on olemassa kiinteistöihin liittyen.

### 2.4.1 Perusteet

Kevin Ashton (2009) määritteli ensimmäisenä termin esineiden internet (Internet of Things, lyhennetään IoT) vuonna 1999 toimitusketjun hallinnan kontekstissa. Päätaavoite oli saada tietokone keräämään informaatiota ympäristöstä ilman ihmisen väliintuloa. Tämä taavoite on edelleen sama, vaikka teknologian kehittyessä esineiden internetin ”esineet” ovatkin muuttuneet (Gubbi *et al.* 2013). Internet on kehittynyt toisiinsa yhteydessä olevien asioiden verkoksi, jossa laitteet keräävät informaatiota ympäristöstään ja ovat interaktiossa fyysinen maailman kanssa. Internet yhdisti ihmisiä ennennäkemättömällä nopeudella ja mittakaavalla, kun taas IoT tulee yhdistämään esineet älykkääksi ympäristöksi.

Pretz (2013) on määritellyt esineiden internetin verkkona, jossa asiat ovat langattomasti yhteydessä toisiinsa älykkäiden antureiden avulla. Esineiden internetissä älykkäät laitteet ovat interaktiossa keskenään ja pystyvät yhteistyöllä saavuttamaan niille asetetut yhteiset taavoitteet (Atzori *et al.* 2010). Esineiden internetin ideana on, että suuri osa esineistä, jotka ympäröivät ihmisiä ovat yhteydessä verkkoon jollakin tavalla. Radiotaajuinen tunnistus (RFID) ja langattomat sensoriverkkoteknologiat tulevat vastaamaan haasteeseen, jossa informaatio- ja kommunikaatiojärjestelmät integroituvat näkymättömäksi osaksi ympäristöä (Gubbi *et al.* 2013). Esineiden internet luo valtavan määrän dataa, joka täytyy varastoida, prosessoida ja esittää saumattomassa, tehokkaassa ja helposti tulkittavassa muodossa.

Kiinnostus esineiden internetiä kohtaan on kasvanut merkittävästi viimevuosien aikana (Hagel & Seely Brown). Nykyään laitteita liitetään internettiin ennennäkemättömän nopeasti kasvavalla tahdilla (Al-Fuqaha *et al.* 2015) ja vuonna 2011 yhdistettyjen laitteiden lukumäärä ylitti ihmisten lukumäärän maapallolla (Gubbi *et al.* 2013). Gartnerin arvion mukaan vuoteen 2020 mennessä internettiin yhteydessä olevien IoT -laitteiden lukumäärä

maailmassa ylittää 20 miljardia (Gartner 2017). National Intelligence Council (2008) arvioi raportissaan, että vuoteen 2025 mennessä IoT -laitteita saattaa löytyä jokapäiväisistä asioista, kuten elintarvikepakkauksista, huonekaluista ja paperisista dokumenteista. Nykypäivän edistysaskeleet viittaavat tulevaisuuden mahdollisuuksiin sekä riskeihin, jotka syntyvät, kun ihmiset pystyvät hallitsemaan etänä, paikantamaan ja monitoroimaan jopa kaikista arkipäiväisimpiä laitteita. Raportti mainitsee myös, että suuri kysyntä yhdistettynä teknologian kehittymiseen voi ajaa esineiden internetin laajalle levittäytymistä vahvasti eteenpäin, joka voisi nykypäivän internetin tavoin edistää merkittävästi talouden kehittymistä sekä Yhdysvaltojen armeijan kyvykkyyttä.

IoT -arkkitehtuureja on ehdotettu lukuisia, mutta yleisimmäksi on muodostunut kolme kerroksinen rakenne (Wu *et al.* 2010; Khan *et al.* 2012; Zhao & Ge 2013), jonka kerrokset ovat:

1. Havaintokerros
2. Verkkokerros
3. Sovelluskerros

**Havaintokerros** koostuu antureista ja sulautetuista kommunikaatiojärjestelmistä, joiden tarkoitus on kerätä ja prosessoida dataa (Al-Fuqaha *et al.* 2015). Näiden laitteiden tarkoitus on kerätä ympäristöstään dataa. RFID-teknologia on suuri läpimurto laitteiden langattomassa kommunikaatiossa, mikä mahdollistaa mikrosirujen suunnittelun langatonta tiedonsiirtoa varten (Gubbi *et al.* 2013). RFID-tunnisteet ovat passiivisia, jotka toimivat RFID-lukulaitteen virran avulla. Kun tunniste luetaan, lukija vastaanottaa tunnisteseen tallennetun tiedon. RFID-tunnisteita käytetään paljon logistiikassa, esimerkiksi konttien tunnistamisessa ja valvonnassa. Toinen merkittävä kehitysaskel havaintokerroksessa on langattomat sensoriverkot, jotka koostuvat useasta anturista, jotka jakavat mittausdatansa ja lähettävät datan hajautettuun tai keskitettyyn järjestelmään analyysia varten.

**Verkkokerros** koostuu havaintokerroksella kerätyn datan tiedonsiirrosta sekä tallennuksesta internetin yli langallisten sekä langattomien järjestelmien välityksellä tietokantapalvelimille. Yksi IoT:n tärkeimmistä lopputuloksista on sen avulla syntyvän datan ennennäkemätön määrä (Gubbi *et al.* 2013). Datan säilyttämisestä, omistajuudesta sekä vanhentumisesta tulee kriittisiä ongelmia. Datan valtavan määrän takia tallennuksen ja käytön älykäs toteuttaminen nousee suureen arvoon. Tulevaisuudessa automaattisen päätöksenteon saavuttamiseksi on kehitteillä erilaisia tekoäly- ja koneoppimISRatkaisuja. Nykyään pilvitallennus on erittäin suosittua ja pilvipalveluiden hyödyntäminen tulee jatkossa vain kasvamaan (Denodo 2018).

**Sovelluskerros** koostuu kerätyn datan näyttämiseen tarkoitetuista palveluista sekä lopullisesta datan prosessoinnista kuten pilvilaskennasta. Datan visualisointi on kriittistä IoT-sovellukselle, koska se mahdollistaa käyttäjän ja ympäristön interaktion (Gubbi *et al.* 2013). Haasteena on löytää valtavasta määrästä mittausdataa hyödyllinen ja merkitsevä

informaatio, joka halutaan esittää käyttäjille. Sovelluskerros kattaa lukuisia sovellusalueita, kuten älyrakennukset, liikenteen, teollisuuden automaation ja älykkään terveydenhuollon (Wu *et al.* 2010; Khan *et al.* 2012).

## 2.4.2 IoT sovelluskohteet

Atzori *et al.* (2010) mukaan IoT:n keskeisin vahvuus on sen suuri vaikutus ihmisten jokapäiväiseen elämään tulevaisuudessa. Tällä hetkellä yksi yleisin IoT:n sovelluskohde on älykodit, joissa termostaatteja, lämmitys-, ilmastointi- ja tuuletuslaitteita liitetään osaksi IoT -järjestelmää. Talosta saadaan kerättyä mittaustietoa, jonka perusteella voidaan joko manuaalisesti tai automaattisesti säätää rakennuksen olosuhteita, kuten valaistusta ja lämpötilaa. Tämän lisäksi IoT:n avulla voidaan toteuttaa myös hyvin spesifiin käyttötarkoitukseen ohjelmoituja toimintoja, kuten käynnistää herätessä automaattisesti kahvinkeitin tai alentaa kiinteistön lämpötilaa, kun ketään ei ole paikalla.

On olemassa lukuisia sovelluskohteita, joissa IoT:lla on mahdollisuus parantaa ihmisten elämänlaatua huomattavasti (Al-Fuqaha *et al.* 2015). Esimerkkejä tämänkaltaisista sovelluskohteista ovat joukkoliikenne, teollisuuden automaatio sekä terveydenhuolto. Gubbi *et al.* (2013) jakavat IoT sovelluskohteet neljään alueeseen:

1. Henkilökohtainen ja koti
2. Yritys
3. Hyöty
4. Mobiili

**Henkilökohtaisissa ja koti IoT -järjestelmässä** kerättyä anturidataa käyttää pelkästään verkon omistajat (Gubbi *et al.* 2013). Yleensä kodeissa käytössä oleva langaton verkko (WLAN) muodostaa perustan kodin IoT -järjestelmälle. Kodin laitteita, kuten ilmastointia, jääkaappia ja pesukonetta voidaan hallita IoT -järjestelmän avulla. Tämä mahdollistaa paremman kodin ja energian hallinnan.

Henkilökohtaiseen terveyteen liittyvät sovellukset ovat alkaneet hyödyntämään esineiden internetiä. Älykellot ja aktiivisuusrannekkeet mittaavat käyttäjän sykettä ja lähettävät mitausdatansa palveluntarjoajan pilvipalveluun, josta se tulee visualisoituna käyttäjän nähtäville. Siirtämällä dataprosessointi pilveen, aukeaa uudenlaisia mahdollisuuksia, kuten unenlaadun arvioiminen yön aikana tapahtuvan liikkeen ja sykkeen perusteella.

**Yritysten IoT -järjestelmät** keräävät dataa yrityksen työympäristössä. Dataa käyttää pelkästään verkon omistajat, mutta sitä voidaan julkaista valikoidusti (Gubbi *et al.* 2013). Työympäristön olosuhteiden mittaaminen on yksi yleinen sovelluskohde yrityksissä. Kiinteistöissä voidaan tarkkailla esimerkiksi henkilömääriä, melua, valaistusta ja sisäilmaa. Gubbi *et al.* (2013) mukaan anturit ovat aina olleet keskeinen osa tehdasympäristöä turvallisuuden, automaation sekä sisäilman kontrolloimiseen. Nämä yksinkertaiset anturit

voidaan korvata langattomalla IoT -järjestelmällä, joka antaa yritykselle joustavuutta tehdä tehdasympäristöön muutoksia tarvittaessa.

**Hyöty-IoT -sovellusalueen** verkoista kerättyä dataa käytetään yleensä palveluiden optimointiin, eikä data ole tarkoitettu kuluttajien käytettäväksi. Yritykset, kuten sähköverkkoyhtiöt, hyödyntävät tätä sovellusaluetta esimerkiksi resurssienhallintaan sekä sähköverkkonsa valvontaan. Hyötyverkot voivat ulottua hyvin laajalle alueelle ja kattaa jopa kokonaisia valtioita. Näitä verkkoja käytetään kriittisten hyödykkeiden valvontaan sekä resurssien tehokkaaseen hallintaan. Toinen kriittinen sovelluskohde hyötyverkoille on juomaveden valvonta. Kriittisiä veden arvoja mittavia antureita voidaan asentaa tärkeisiin sijainteihin vesiverkostossa valvomaan juomaveden laatua. IoT:ta voidaan hyödyntää myös maataloudessa asentamalla antureita peltojen maaperään mittaamaan esimerkiksi maaperän kosteutta. (Gubbi *et al.* 2013).

**Mobiili IoT -sovellusalue** kattaa älykkään liikenteen ja logistiikan. Kaupunkien ruuhkat aiheuttavat huomattavia kuluja taloudelle ja yhteiskunnalle (Gubbi *et al.* 2013). Ruuhkat aiheuttavat viivästyksiä rahdeille ja toimitusaikataulujen epäonnistumisia. Liikenteen IoT mahdollistaa laajamittaisten langattomien sensoriverkkojen hyödyntämisen matka-aikojen, reittivalintojen, jonopituuksien ja saasteiden internet monitorointiin. Älykkäät liikennejärjestelmät pyrkivät parantamaan liikenteen monitorointia ja hallintaa (Al-Fuqaha *et al.* 2015). Osa älykkäitä liikennejärjestelmiä ovat älykkäät autot, joiden tarkoitus on tehdä ajamisesta luotettavampaa, nautittavampaa ja tehokkaampaa (Gerla *et al.* 2014). Tulevaisuudessa itseohjautuvat autot voivat tuoda merkittäviä parannuksia liikenteen turvallisuuteen.

## 2.5 Yhteenveto

Tuotesuunnittelussa on tärkeää ymmärtää ketä tuotteen tulevat käyttäjät ovat, mitä käyttäjät tuotteelta odottavat, mikä käyttäjille on tärkeää ja miltä heistä tuntuu tuotetta käyttäessä. Näitä asioita pyritään selvittämään käyttäjäkokemussuunnittelulla, joka on kriittinen osa kaikkien tuotteiden ja palveluiden kehittämistä.

Eric Riesin (2011) *The Lean Startup* kirjassa esittelemä MVP -malli on tapa kehittää nopeasti tuotteita ja palveluita. Ajatuksena on kehittää mahdollisimman nopeasti mahdollisimman pienillä kustannuksilla minimaalinen toimiva versio tuotteesta ja kerätä palautetta tulevilta asiakkailta. Tätä palautetta hyödyntämällä voidaan selvittää, onko tuotteella mahdollisuutta menestyä ja täyttääkö se käyttäjien tarpeet. B2B-kontekstissa MVP:n pitää sisältää riittävästi ominaisuuksia, jotta se voi kilpailla olemassa olevien tuotteiden kanssa tyydyttävästi.

IoT yhdistää esineet älykkääksi ympäristöksi, jossa ne keräävät informaatiota ympäristöstään ja ovat interaktiossa fyysisen maailman kanssa. Esineiden internetin ideana on,

että suuri osa esineistä, jotka ympäröivät ihmisiä ovat yhteydessä verkkoon jollakin tavalla. On olemassa lukuisia sovelluskohteita, joissa IoT:lla on mahdollisuus parantaa ihmisten elämänlaatua huomattavasti.

### 3. FREESI -SISÄILMAPALVELU

Tässä luvussa käsitellään työn keskiössä olevan Freesi -projektin tausta. Ensin esitellään tutkimuskohde Freesi -sisäilmapalvelu. Tämän jälkeen käydään läpi Freesin käyttöliittymä kuvakaappausten avulla. Lopuksi käydään läpi lyhyesti Freesi projektin historia ja kehitysvaiheet.

#### 3.1 Freesin esittely

Tässä alaluvussa käsitellään työn tarkastelun kohteena olevaa Freesi -sisäilmapalvelua. Alaluvussa käydään läpi Freesi projektin tausta ja tarkoitus.

##### **Mikä Freesi on ja miksi se tehtiin**

Freesi -sisäilmapalvelu on IISY Oy:n kehittämä IoT -palvelu. Palvelun kehittäminen aloitettiin lokakuussa 2017 ja palvelun jatkokehitys on yhä käynnissä. Freesi on palvelu kiinteistön sisäilman seurantaan, ennakoivaan kunnossapitoon ja viestintään rakennuksen käyttäjille. Freesi mittaa rakennusten ilmanlaatua ja raportoi siitä automaattisesti pilvipalveluun, jossa mittausdata analysoidaan ja koostetaan sopivaksi datan visualisointia varten. Palvelu tarjoaa kiinteistöille langattomia IoT -laitteita, jotka asennetaan eri puolille rakennusta. Laitteet sisältävät useita erilaisia mittausantureita, jotka mittaavat sisäilman laatua. MVP -version anturit mittaavat rakennusten lämpötilaa, ilmanpainetta, ilman kosteutta sekä pienhiukkasia. Järjestelmä sallii uudenlaisten mittalaitteiden lisäämisen tulevaisuudessa, joten palvelun laajentaminen on mahdollista. Mittauslaitteissa on pitkäkestoiset paristot ja ne lähettävät langattomasti mittausdatansa usean kerran tunnissa pilvipalveluun, jossa data otetaan vastaan ja tallennetaan tietokantaan. Tallennettu mittausdata tulee heti näkyviin palvelun käyttöliittymään, jossa rakennusten tilaa voidaan tarkastella.

##### **Freesin käyttäjät, käyttökonteksti ja yleiset käyttötapaukset**

Freesin pääasiakasryhmiin kuuluvat kiinteistösijoittajat ja muut suuria kiinteistömassoja omistavat tahot, rakennuttajat, rakennusliikkeet, sekä kiinteistöhallintaan ja -ylläpitoon keskittyvät yritykset, mukaan lukien julkisen sektorin toimijat. Freesin ***pääasiallinen käyttäjäryhmä on kiinteistöalan ammattilaiset***, kuten kiinteistöpäälliköt sekä kiinteistöhuollon asiantuntijat. Freesin käyttäjäkunta koostuu henkilöistä, jotka ovat jollakin tavalla tekemisissä kiinteistöjen sisäilman kanssa. Näihin kuuluu esimerkiksi kiinteistöpäälliköt, ylläpitopäälliköt, tekniset isännöitsijät, rehtorit, analyytikot ja huoltomiehet.



Palvelun käyttäjäkunta tulee tulevaisuudessa laajenemaan, kun palvelua jatkokehitetään. Jatkossa kiinteistöpäälliköt voisivat jakaa esimerkiksi koulun luokkahuoneiden sisäilma-raportteja oppilaiden vanhemmille. Vanhemmat saisivat pääsyn palvelun yksinkertaistet-tuun näkymään, jossa he pystyisivät tarkastelemaan kiinteistöpäällikön valitseman tilan sisäilman laatua.

Freesi toimii moderneilla internetselaimilla, mikä mahdollistaa palvelun käytön tietoko-neella, tabletilla sekä älypuhelimella. Käyttökonteksti voi muuttua käytettävän päätelait-teen myötä huomattavasti. Pääasiallinen käyttö tapahtuu tietokoneella sisätiloissa toimis-toympäristössä. Freesi on suunniteltu toimimaan mobiililaitteilla, mutta paras käyttöko-kemus saavutetaan tietokoneella, koska suuren datamäärän näyttäminen kuvaajilla pie-nellä näyttölaitteella on haastavaa.

Freesiä *käytetään kiinteistökannan kunnonvalvontaan ja pitkäaikaiseen analysointiin*. Käyttäjä voi tarkastella kiinteistöjensä nykytilannetta ja historiaa. Antureiden mittausda-taa visualisoidaan esittämällä sitä kuvaajilla. Kuvaajien avulla käyttäjä pystyy vertaile-maan kaikkia rakennuksen valvottuja tiloja keskenään ja huomaamaan helposti ongelmatilanteet. Mittausdatan pidemmän aikavälin tarkastelun avulla voidaan havaita tiloissa ta-pahtuvaa hidasta olosuhteiden heikentymistä. Pitkän aikavälin tarkastelulla pyritään en-naltaehkäisemään esimerkiksi kosteusvaurioita. Tulevaisuudessa käyttäjä voi myös saada reaaliaikaisia hälytyksiä sähköpostiinsa tai puhelimeensa, jos jokin mitattava suure ylittää hälytysrajan. Hälytysten avulla voidaan huomata radikaalit muutokset kiinteistön olosuh-teissa nopeasti.

Freesi -käyttäjän yksi tyypillinen käyttötapaus on *tarkastella koko kiinteistökantansa olosuhteiden nykytilaa ja muutosta pidemmällä aikavälillä*. Nykytilaa ja erilaisten aika-välien muutoksia voi tarkastella kohdenäkymästä. Toinen käyttötapaus on käydä *tarkas-telemassa rinnakkain kaikkia yhden kohteen tiloja*, jolloin yksittäisten tilojen poikkeaa-vat olosuhteet ovat helppo havaita. Rinnakkaista vertailua voidaan tehdä kohdesivun an-turivertailu ominaisuuden avulla.

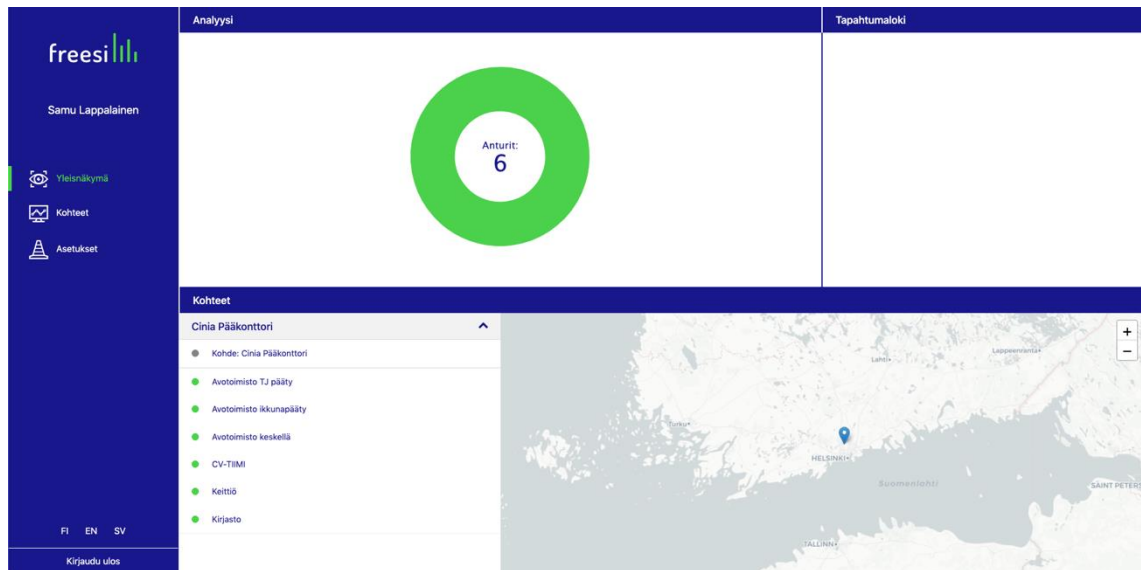
## 3.2 Freesin käyttöliittymä

Tässä alaluvussa esitellään Freesin käyttöliittymä kuvakaappausten avulla ja kerrotaan jokaisen näkymän toiminnallisuudet.

### Yleisnäkymä

Yleisnäkymä on ensimmäinen tila mihin käyttäjä saapuu kirjauduttuaan sisään. Yleisnä-kymä näkyy kuvassa 2. Näkymän vasemmassa reunassa näkyy navigaatiopalkki, joka säi-lyy näkyvissä jokaisessa Freesin näkymässä, helpon navigoinnin mahdollistamiseksi. Nä-kymän sisältö on jaettu neljään osa-alueeseen: analyysi, tapahtumaloki, kohdelista ja

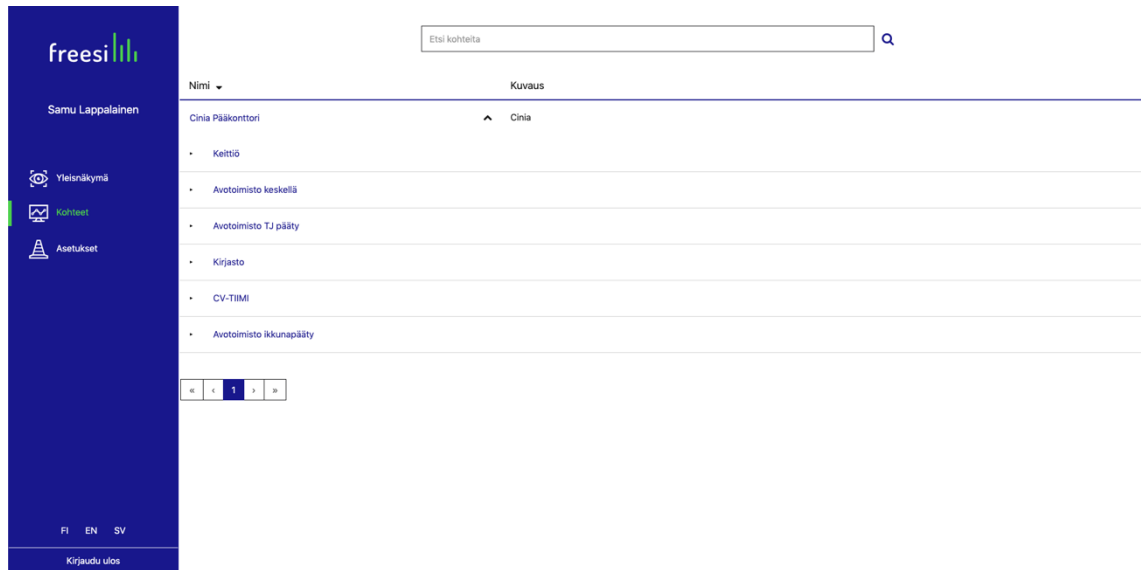
kartta. Analyysiosio on kehityksen alla oleva ominaisuus, joka kertoo tällä hetkellä käyttäjän kaikkien kohteiden anturien yhteenlasketun lukumäärän. Tulevaisuudessa analyysiosiota kehitetään näyttämään kohteiden tilatietoa ja muuta informaatiota. Tapahtumaloki näyttää käyttäjän kohteiden huoltomerkinnät. Kohdelistassa on kaikki käyttäjän kiinteistöt. Kohteet avautuvat listaksi kohteen tiloista, jotta navigointi suoraan haluttuun tilaan olisi vaivatonta yleisnäkymästä. Viimeinen osuus yleisnäkymässä on kartta, jossa näkyy kaikki käyttäjän kiinteistöjen sijainnit. Painamalla sijainti-indikaattoria, näkee käyttäjä kohteen nimen ja linkin, josta voi navigoida kohteen näkymään.



**Kuva 2: Freesin yleisnäkymä**

## Kohdelista

Kohdelistassa näkyy kaikki käyttäjän kohteet, josta kohteen nimeä painamalla voi navigoida kyseisen kohteen näkymään. Kohdelista näkyy kuvassa 3. Kohderivi avautuu näyttämään jokaisen kohteen tilan, josta voi navigoida suoraan tilan näkymään. Näkymän yläosassa olevalla haulla voi etsiä joko kohteita tai yksittäisiä tiloja.



**Kuva 3: Freesin kohdelista**

## Kohdenäkymä

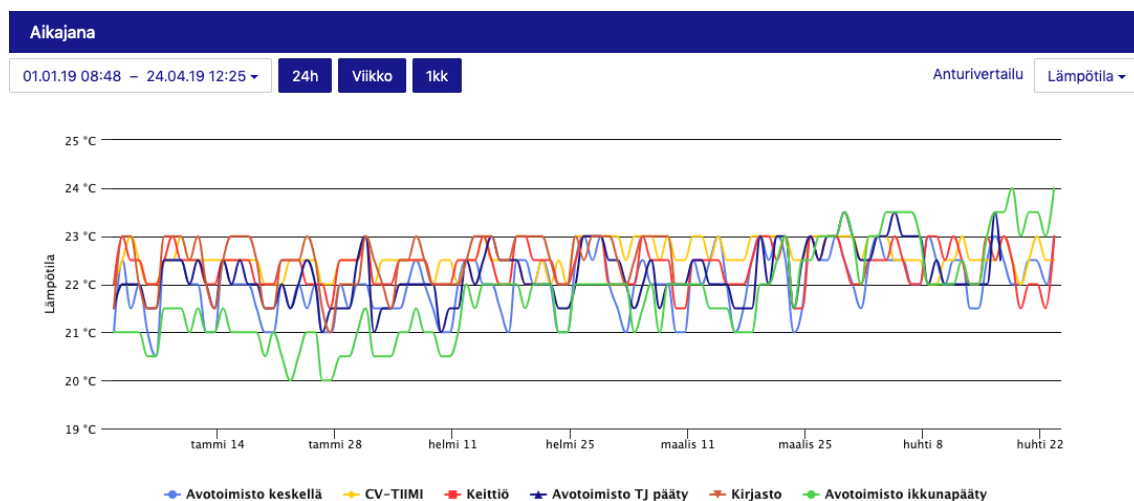
Kohdenäkymässä käyttäjä voi tarkastella yhden kohteen olosuhteita. Kohdenäkymä näkyy kuvassa 4. Näkymän yläosassa näytetään kohteen perustiedot: nimi, kuvaus ja 24 tunnin mediaaniarvot mittapisteistä. Näkymän oikealla puolella on navigaatio kaikkiin kohteen tiloihin.



**Kuva 4: Freesin kohdenäkymä**

Kohdenäkymän tärkein osuus on aikajana, jossa käyttäjä voi tarkastella haluamaltaan aikaväliltä kohteensa olosuhteita. Käyttäjä voi hyödyntää pikavalintoja, joista voi tarkastella mittausdataa viimeiseltä 24 tunnilta, viimeiseltä viikolta tai viimeiseltä kuukaudesta. Kalenterista käyttäjä voi vapaasti valita niin pitkän aikavälin kuin itse haluaa. Käyttäjä voi päättää mitä mittasuureita haluaa kuvaajalla yhtä aikaa tarkastella. Toinen keskeinen

ominaisuus aikajanassa on anturivertailu, josta käyttäjä voi vertailla yksittäisten mittapisteiden arvoja kaikissa kohteen tiloissa. Anturivertailun avulla käyttäjä voi helposti havaita poikkeavuuksia kiinteistön tilojen olosuhteissa, kuten yksittäisen huoneen kylmyyden. Anturivertailu näkyy kuvassa 5.



**Kuva 5: Anturivertailu lämpötilalle**

Neljäs osio kohdenäkymästä on tapahtumaloki, johon käyttäjä voi kirjoittaa vapaa valintaisia asioita kuten havaintoja, raportteja tai huoltomerkintöjä. Kirjoitetut tekstit tallentuvat tapahtumalokiin, johon ne järjestetään päivämäärän mukaisesti.

## Tilanäkymä

Tilanäkymä muistuttaa hyvin paljon kohdenäkymää. Tilanäkymässä on samanlainen yleisilme ja osioiden sijoittelu. Tilanäkymässä tarkastellaan yhden tilan olosuhteita, koko kohteen sijaan. Tilanäkymä näkyy kuvassa 6. Näkymän yläosassa on tilan perustiedot: nimi, anturin id, kuvaus sekä mittaustietojen viimeisimmät arvot. 24 tunnin keskiarvon lisäksi näytetään viimeisin mittaustieto, jotta vertailu viimeisen vuorokauden tilastoihin olisi helppoa yhdellä vilkaisulla. Näkymän oikeassa reunassa on kohdenäkymästä tuttu navigaatio muihin kohteen tiloihin.



**Kuva 6: Freesin tilanäkymä**

Tilanäkymän tärkein ominaisuus on aikajana, jossa esitetään tilan mittausdata kuvaajien avulla. Käyttäjä voi valita aikavälin, jolta haluaa tarkastella dataa. Käyttäjä voi hyödyntää pikavalintoja, joista voi tarkastella mittausdataa viimeiseltä 24 tunnilta, viimeiseltä viikolta tai viimeiseltä kuukaudelta. Kalenterista käyttäjä voi vapaasti valita niin pitkän aikavälin kuin itse haluaa, joten esimerkiksi koko vuoden lämpötilakäyrien tarkastelu on mahdollista. Käyttäjä voi päättää mitä mittasuureita haluaa kuvaajalla yhtä aikaa tarkastella.

### 3.3 Freesin käyttäjäkokemuksen suunnittelu

Tässä alaluvussa esitellään Freesin käyttäjäkokemuksen suunnittelun eteneminen projektin aikana.

Freesin käyttäjäkokemuksen suunnittelu alkoi heti projektin ensimmäisissä tapaamisissa Cinian sekä IISY:n henkilöstön välillä. IISY:lle oli tärkeää, että palvelusta saataisiin helposti lähestyttävä ja käyttöliittymästä riittävän yksinkertainen. Informaatiotulvalta haluttiin välttyä jakamalla käyttöliittymä sopivan laajuisiin osa-alueisiin, ettei näytöllä olisi kerralla liikaa asioita. IISY:n keskeiset tavoitteet palvelun selainkäyttöliittymälle oli tietoturvallisuus, käyttäjäystävällisyys ja selkeys.

Yksi keskeisistä käytettävyystavoiteista oli kiinnittää huomiota antureilta vastaanotettavan mittausdatan visualisointiin, jotta kokonaisuus pysyisi selkeänä ja helposti ymmärrettävänä. Käyttäjille haluttiin luoda käyttöliittymä, josta pystyisi nopealla vilkaisulla näkemään koko kiinteistökannan nykyisen tilan ja tarvittaessa syventymään käyttäjää kiinnostaviin yksityiskohtiin.

Koska projekti toteutettiin MVP -mallin avulla ja projektin resurssit olivat rajalliset, ei suunnitteluvaiheeseen voitu käyttää paljoa aikaa. Tulevia käyttäjiä ei otettu mukaan suunnitteluvaiheessa ollenkaan, vaan suunnitteluvastuu jäi Cinialle. Suunnittelussa ei käytetty mitään varsinaista UX-suunnittelun prosessia, kuten käyttäjäkeskeistä suunnittelua tai Lean UX:ää. Cinian lisäksi käyttöliittymän suunnitteluun osallistui ulkopuolinen design studio, joka tuotti käyttöliittymäluonnokset sekä palvelun visuaalisen kielen. Design studiolla oli suunnittelun tukena henkilö, jolla oli kokemusta UX-suunnittelusta. Syntyneiden käyttöliittymäluonnosten pohjalta Cinia lähti rakentamaan ensimmäistä käyttöliittymäprototyyppiä ja toimivaa järjestelmää.

Projekti toteutettiin Scrum -menetelmällä, joten palvelua päästiin esittelemään asiakkaalle kahden viikon välein sprint katselmoinnissa. Käyttöliittymä rakentui alkuperäisten luonnosten mukaiseksi ilman ongelmia, eikä käyttöliittymän asettelua jouduttu juurikaan muokkaamaan. Freesin käyttäjäkokemusta suunniteltiin yhdessä Cinian kehitystiimin ja IISY:n edustajien kanssa. IISY:llä oli vahvaa kokemusta kiinteistöalasta, kun taas Cinialla oli paljon aikaisempaa kokemusta vastaavien IoT -järjestelmien rakentamisesta.

Kun toimiva MVP saatiin valmiiksi, pääsi IISY esittelemään palvelua tuleville käyttäjille ja palautetta MVP:stä alettiin keräämään. IISY toi palautetta Cinian tietoisuuteen sprintin katselmointien yhteydessä ja parannusehdotuksia voitiin lähteä toteuttamaan. Palaute potentiaalisilta käyttäjiltä oli positiivista, he olivat tottuneet vanhoihin kiinteistöalan järjestelmiin, jotka olivat usein sekavia ja liian monimutkaisia käyttää. MVP -versiota ruvettiin myymään ensimmäisille asiakkaille, joiden joukosta tämän työn haastattelututkimukseen saatiin rekrytoitua osallistujat.

## 4. TUTKIMUSPROSESSI JA MENETELMÄT

Tässä luvussa esitellään työn tutkimusprosessi ja käytetyt tutkimusmenetelmät. Ensin kerrataan työn tutkimuskysymykset. Sitten käydään läpi haastattelututkimuksen rakenne.

### 4.1 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin MVP -malli soveltuu ketterän IoT -ohjelmistoprojektin käyttäjäkokemuksen suunnitteluun sekä mitkä ovat MVP -mallin hyvät ja huonot puolet ketterissä IoT -projekteissa.

Tutkimus jakautui kahteen kokonaisuuteen. Ensimmäinen osa oli haastattelututkimus Freesin käyttäjille. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää käyttäjien mielipiteet palvelun käytettävyydestä sekä kokonaisvaltaisesta laadusta. Toinen osa tutkimusta oli haastattelututkimus MVP -mallista, jossa haastateltiin MVP -mallilla toteutetuissa IoT -projekteissa mukana olleita asiantuntijoita. Tämän osion tarkoituksena oli kerätä kokemuksia MVP -projekteista ja selvittää MVP -mallin hyötyjä ja haittoja.

**TK1:** Kuinka hyvin MVP -malli soveltui Freesi -sisäilmapalvelun kehittämiseen?

**TK2:** Mitkä ovat MVP -mallin hyödyt ja haitat ketterässä IoT -projektissa?

### 4.2 Haastattelut

Tässä alaluvussa kuvaillaan työssä toteutetuissa haastatteluissa käytetyt menetelmät, osallistuneet haastateltavat. Tutkimuksessa keskityttiin haastatteluista saatavaan laadulliseen dataan. Työssä toteutettiin kaksi haastattelututkimusta, joista ensimmäinen tehtiin Freesi -palvelun käyttäjille, mihin yhdistyi käyttäjien observointi ja Freesi -palvelun käyttäminen. Tämän haastattelututkimuksen tarkoituksena oli selvittää käyttäjien mielipiteet Freesi -palvelun käytettävyydestä. Toinen haastattelututkimus toteutettiin henkilöille, joilla oli aikaisempaa kokemusta IoT -projekteista, joissa luotiin MVP. Tarkoituksena oli selvittää MVP -projekteista kokemusta omaavien ammattilaisten mielipiteitä MVP -mallin soveltuvuudesta IoT -projekteihin sekä mitkä ovat tässä kontekstissa MVP -mallin hyödyt ja haitat. Molemmissa haastattelututkimuksissa käytettiin puolistrukturoitua haastattelua.

#### 4.2.1 Loppukäyttäjähaastattelu

**Tavoite**

Tämän haastattelututkimuksen tavoite oli selvittää Freesi -palvelun käytettävyyden laatua. Kysymyksissä keskityttiin perinteisiin käytettävyyden mittareihin, kuten helppokäyttöisyyteen, opittavuuteen sekä muistettavuuteen. Haastattelulla pyrittiin myös kartoittamaan palvelun tarjoamaa arvoa käyttäjille ja kuinka hyvin palvelu on vastannut heidän odotuksiaan. Haastattelun toinen osa muodostui observoinnista ja Freesi -palvelussa suoritettavista tehtävistä. Observointi valittiin osaksi haastattelua, koska se on erittäin hyödyllinen tapa löytää käytettävyyssongelmia sovelluksista, koska haastateltava ei aina halua tai muista kertoa kaikista ongelmista, joita hän on kohdannut käytön aikana. Observoimalla käyttäjää samalla kun hän käyttää palvelua, voidaan löytää käytettävyyssongelmia, jotka perinteisen haastattelun aikana voisivat jäädä löytämättä.

### Haastateltavat

Haastateltavat kerättiin Freesin pilottiversion käyttäjien joukosta ympäri Suomea. Haastateltavia Freesin käyttäjiä oli viisi, joista kasvatusten haastateltiin kolme ja etänä Skypen tai puhelimen välityksellä kaksi. Kaikki haastateltavat olivat käyttäneet Freesiä aikaisemmin vähintään kahden viikon ajan, joten palvelu oli käyttäjäryhmälle ennestään tuttu. Kaikilla käyttäjillä Freesin käyttö oli kuitenkin luonteeltaan viikottaista, ei päivittäistä, joten osa käyttäjistä olivat melko kokemattomia palvelun käytössä. Kolme käyttäjää olivat käyttäneet Freesiä yli kahden kuukauden ajan. Kaikki viisi haastateltavaa olivat miehiä ja kaikki olivat kokeneita tietokoneen käyttäjiä. Kooste haastateltavista esitetään taulukossa 1.

| Haastateltava | Ammatti                    | Ikäryhmä |
|---------------|----------------------------|----------|
| H1            | Kiinteistöhoidon päällikkö | 50-59    |
| H2            | Myyjä                      | 40-49    |
| H3            | Teknologiajohtaja          | 40-49    |
| H4            | Analyytikko                | 20-29    |
| H5            | Kiinteistöpäällikkö        | 50-59    |

**Taulukko 1: Käyttäjähaastattelun osaanottajat**

### Haastattelukysymykset

1. Mitä mieltä olet Freesin helppokäyttöisyydestä?
2. Onko Freesin käytössä ilmennyt jotakin hankalaa?
3. Onko käytön aikana tullut turhautumisen hetkiä?
4. Onko Freesi täyttänyt odotukset mitä sinulla palvelulle oli?
5. Kuinka tehokasta Freesin käyttö mielestäsi on?
6. Onko Freesin käytössä ilmennyt virhetilanteita?



7. Kuinka helppoa Freesin käytön opettelu on ollut?
8. Kuinka helppoa Freesin pariin palaaminen on ollut?
9. Oletko saanut mielestäsi tarpeeksi palautetta käyttöliittymältä Freesiä käyttäessäsi?
10. Millaisissa työtilanteissa käytät Freesiä?
11. Miellyttääkö Freesin ulkonäkö sinua?

## **Menetelmä**

Haastattelumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu yhdistettynä observointiin. Haastattelut koostuivat kahdesta osasta. Ensimmäisen osan tavoitteena oli kerätä käyttäjiltä yleisiä palvelun käytettävyyteen liittyviä mielipiteitä, kuten opittavuutta, muistettavuutta ja miellyttävyyttä. Toisessa osassa käyttäjille annettiin lyhyitä etukäteen määriteltyjä tehtäviä, jotka heidän tuli suorittaa Freesi -palvelussa. Tehtäville ei asetettu aikarajaa tai onnistumiskriteerejä. Tarkoituksena oli löytää palvelusta käytettävyyssongelmia, jotka ilmenisivät tehtävien suorittamisen aikana. Haastattelut kestivät 20-40 minuuttia. Kaikissa haastatteluissa oli paikalla yksi haastattelija ja yksi haastateltava. Kolme haastattelua (H1, H2, H3) suoritettiin kasvotusten ja nauhoitettiin. Kaksi haastattelua (H4, H5) jouduttiin tekemään Skype ja puhelimen välityksellä, koska haastateltavat asuivat eri puolilla Suomea, näitä haastatteluja ei pystytty nauhoittamaan. Toinen etähaastatteluista (H5) suoritettiin puhelimesta, joten haastattelun toista osuutta, tehtävien suorittamista, ei pystytty toteuttamaan. Nauhoitetut haastattelut (H1, H2, H3) litteroitiin analyysia varten. Haastatteluista, joita ei pystytty nauhoittamaan, kirjoitettiin muistiinpanot. Haastatteluista kertyi dataa yhteensä 18 sivua. Aineistolle tehtiin temaattinen analyysi, jossa datasta etsittiin toistuvia teemoja ja vastaukset luokiteltiin. Tämän haastattelututkimuksen tulokset löytyvät alaluvusta 5.1.

### **4.2.2 Haastattelu MVP -mallin hyödyistä ja haitoista**

#### **Tavoite**

Tämän haastattelututkimuksen tavoite oli selvittää MVP -mallin hyötyjä ja haittoja IoT -sovellusprojekteissa. Kysymyksillä kartoitettiin MVP -mallisen projektin kulkua, syitä mallin valintaan, mallin hyviä ja huonoja puolia sekä projektin lopputuloksia. Haastattelulla pyrittiin myös selvittämään minkälaisia asioita täytyy ottaa huomioon ketterissä ohjelmistoprojekteissa, joissa toteutetaan MVP.

#### **Haastateltavat**

Haastateltavat olivat asiantuntijoita, joilla oli tuoretta kokemusta IoT -projekteista, jotka toteutettiin MVP -mallin avulla. Haastatteluja järjestettiin yhteensä neljä, joista kolme suoritettiin kasvotusten ja yksi puhelimen välityksellä. Kaikki haastateltavat olivat miehiä. Kooste haastateltavista on taulukossa 2.

| Haastattel-tava | Kuvaus                              | Ikäryhmä | Koulutus                             | Kokemus IT-alalla |
|-----------------|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------|
| M1              | IISY:n edustaja                     | 50-59    | Autosähköin-sinööri                  | 7 vuotta          |
| M2              | Cinian edustaja, pro-jektipäällikkö | 40-49    | Insinööri                            | 15 vuotta         |
| M3              | Projektipäällikkö                   | 40-49    | Insinööri                            | 19 vuotta         |
| M4              | Ohjelmistokehittäjä                 | 20-29    | Tietojenkäsit-telytieteiden maisteri | 4 vuotta          |

**Taulukko 2: MVP -haastattelun osaanottajat**

### Haastattelukysymykset

1. Miten projekti on sinun mielestäsi sujunut?
2. Syyt miksi projektia lähdettiin tekemään tällä tavalla?
3. MVP -mallia hyödyntävän projektin hyvät ja huonot puolet?
4. Yksi MVP -mallin keskeisistä hyödyistä on ymmärtää asiakkaiden tarpeet ja kiinnostus tuotetta kohtaan kehittämättä tuotetta loppuun asti. Miten tässä sinun mielestäsi on onnistuttu?
5. MVP -mallissa painotetaan palautteen kautta oppimisen tärkeyttä uuden tuotteen julkaisemisessa. Mitä mieltä olet palautteen laadusta ja määrästä tässä projektissa?
6. Miten projektin lopputulosta olisi voitu parantaa?
7. Uskotko että olisi saatu parempaa laatua erilaisella projektimallilla? Olisiko sellaisen käyttö ollut mahdollista?

### Menetelmä

Haastattelumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu. Haastattelun tavoitteena oli kerätä kokemuksia MVP -mallin käyttämisestä IoT -sovellusprojekteissa ja ymmärtää

MVP -mallin hyviä ja huonoja puolia tämän kaltaisissa projekteissa. Haastattelut kestivät 10-18 minuuttia. Kaikissa haastatteluissa oli paikalla yksi haastattelija ja yksi haastatettava. Kolme haastattelua (M2, M3, M4) suoritettiin kasvotusten ja nauhoitettiin. Yksi haastattelu (M1) jouduttiin tekemään puhelimen välityksellä, tätä haastattelua ei pystytty nauhoittamaan, vaan siitä tehtiin muistiinpanot puhelun aikana. Nauhoitetut haastattelut (M2, M3, M4) litteroitiin analyysia varten. Haastatteluista kertyi dataa yhteensä 12 sivua. Aineistolle tehtiin temaattinen analyysi. Tämän haastattelututkimuksen tulokset löytyvät alaluvusta 5.2.

## 5. TULOKSET

Tässä luvussa esitellään haastattelututkimusten tulokset. Ensin käsitellään Freesin käyttäjille toteutetun haastattelututkimuksen tulokset. Sitten käydään läpi MVP -mallia käsittelevän haastattelututkimuksen tulokset.

### 5.1 Loppukäyttäjähaastattelu

Haastattelu koostui kahdesta osasta. Ensimmäinen osa oli puolistrukturoitu haastattelu, jossa Freesin käyttäjille esitettiin 11 kysymystä Freesin käytettävyydestä. Toinen osa oli observointi, jossa käyttäjille annettiin kolme tehtävää, jotka kattoivat Freesin tärkeimmät toiminnot. Tulokset ovat jaoteltu kysymysten teemojen mukaisten otsikoiden alle.

#### 5.1.1 Haastattelutulokset

##### Helppokäyttöisyys

Neljä käyttäjää viidestä (H1, H2, H3, H4) sanoi Freesin olevan helppokäyttöinen. *”Ehkä ensimmäinen asia mihin kiinnitti huomioon, että on tehty helpoksi.”* (H2) Yksi haastateltava (H5) ei halunnut vielä antaa lopullista tuomiota palvelun helppokäyttöisyydestä nykyisen version perusteella. Palvelua kuvailtiin hyvin selkeäksi ja loogiseksi (H2, H4). Haastateltava H1 kertoi käyttöliittymässä esitettävien asioiden olevan hyvin jäsennelty, joka helpottaa navigointia ja kokonaisuuden hahmottamista. Haastateltavan H4 mielestä palvelua käyttäessä ei tarvitse paljon miettiä mitä täytyy tehdä, että pääsee tiettyyn paikkaan tai saa tietyn asian esille. Haastateltavan H4 mielestä Freesi on helppo käyttää myös sellaisille henkilöille, jotka eivät ole teknisesti suuntautuneita. *”Kyllähän tää on helppokäyttöinen.”* (H1)

##### Käytön hankaluus

Neljä käyttäjää viidestä (H1, H2, H4, H5) eivät olleet kohdanneet hankaluuksia Freesin käytön aikana. Haastateltavan H4 mukaan palvelun käyttö on ollut moitteetonta tähän mennessä. *”En oo mitään puutteita löytänyt, että ennemmin se [Freesi] on toiminu niin kun sen odottaa toimivan.”* (H2)

Käyttäjät H1 ja H3 kritisoivat yhden mittapisteen, IAQ:n (Indoor Air Quality), käyttämistä. Mittapiste oli heille tuntematon ja he eivät olleet tietoisia mihin mittaus perustuu. *”Mää en tiedä mitä se [IAQ] mittaa. Mitä se mittaa?”* (H1) Haastateltava H1 mainitsi, että kaikkien termien pitäisi olla kansankielisiä, koska oudot termit vaikeuttavat esimerkiksi raporttien lähettämistä koulujen henkilökunnalle, jotka eivät ymmärrä mitä raportissa esitetty mittasuure tarkoittaa.

Mittadatan lataus oli joskus ollut hidasta käyttäjän H3 mukaan, mutta suuresta ongelmasta ei ollut hänen mielestään kyse. Yhdellä käyttäjällä (H4) yksi ulkoanturi oli lakannut toimintansa vesisateen vuoksi.

### **Turhautuminen**

Kolme käyttäjää viidestä (H2, H4, H5) ei ollut kokenut turhautuneensa käytön aikana. *”Ei, jos tulisi [turhautumisen hetkiä] niin lopettaisin tämän palvelun käytön.”* (H5) Freesin käyttö oli ollut tähän mennessä helppoa käyttäjän H4 mielestä. Hän piti erityisesti, että anturien mittausdata oli päivittynyt palveluun nopeasti. Käyttäjä H1 oli turhautunut myydystä tuotteesta, koska se ei ollut niin valmis kuin hän oli odottanut. *”Myytiin toimivana järjestelmänä, mutta tää on keskenkasvunen.”* (H1) Hänen mukaansa Freesistä löytyy paljon puutteita.

Käyttäjä H3 oli kokenut mittadatan lataushitautuden tuntuneen joskus turhauttavalta. Koska palvelu oli vielä aikaisessa kehitysvaiheessa, kaikki anturit eivät olleet toimineet yhdellä käyttäjistä (H3) ja joistakin hänen antureistaan oli loppunut paristot ilman että kukaan oli huomannut.

### **Odotuksiin vastaaminen**

Kaksi käyttäjää (H2, H4) kokivat että palvelu on täyttänyt heidän odotuksensa. Kahden käyttäjän (H1, H3) odotuksia Freesi ei ollut täyttänyt. Käyttäjän H1 mukaan tuote ei ollut vielä niin valmis kuin he olivat ajatelleet etukäteen. Käyttäjä H4 odotti, että jonkinlaisia ongelmia tulisi vastaan, mutta palvelu oli toiminut moitteettomasti. *”[Freesi] on ylittänyt odotukset, ei ole ollut valitettavaa.”* (H4)

Käyttäjät H1 ja H3 kyseenalaistivat palvelun hyödyllisyyden aikaisessa kehitystilassaan. Molemmat odottivat uusien mittauspisteiden lisäystä palveluun, jotka kasvattaisivat palvelun heille tarjoamaa arvoa. Käyttäjä H1 kertoi, että Freesin tarjoaman kaltaista mittausdataa saa muualtakin. Hänen mukaansa dataa pitäisi jalostaa pidemmälle ja palvelu saat-taisi tarvita vähän erilaista lähestymistapaa datan esittämiseen. Käyttäjä H3 pohti riittääkö kehitysversion ominaisuudet luomaan hyvän palvelun. Käyttäjä H5 uskoi, että palvelusta saadaan irti täysi hyöty, kun lisäominaisuudet toteutetaan.

### **Käytön tehokkuus**

Neljä käyttäjää viidestä (H1, H2, H4, H5) olivat tyytyväisiä Freesin käyttönopeuteen. He eivät olleet havainneet käytön aikana minkäänlaista hitautta. *”Oon mää ollut tyytyväinen, että tieto päivittyy hyvin ja ei oo ollu mun mielestä mitään ongelmia mitä olisin havainnut.”* (H4)

Yksi käyttäjä (H3) oli havainnut mittadatan latautumisessa hitautta. Käyttäjä H5 koki käytön tehokkaaksi, mutta odotti ominaisuutta, jolla saisi mittausdatan ladattua suoraan

ulkoiseen automaatiojärjestelmään. Tämä ominaisuus nostaisi hänen mielestään Freesin hyödyllisyyttä ja tehokkuutta entisestään.

### **Virhetilanteet käytön aikana**

Neljä käyttäjää viidestä (H1, H2, H4, H5) eivät kohdanneet minkäänlaisia virhetilanteita Freesin käytön aikana. Käyttäjä H1 pohti johtuiko tämä siitä, että hän on käyttänyt järjestelmää niin vähän aikaa. Käyttäjän H4 mukaan Freesi on ollut luotettava tähän mennessä.

Osa käyttäjän H3 antureista lakkasivat toimimasta, jonka hän luokitteli tietynlaiseksi virhetilanteeksi. *”Pitäis olla joku indikaatio, jotta tietäis virhetilanteesta, kuten pariston loppumisesta. Nyt ei tullut mitään ilmotusta asiasta.”* (H3)

### **Opittavuus**

Kaikki käyttäjät kokivat Freesin helposti opittavaksi. Kolmen käyttäjän (H1, H4, H5) mielestä palvelu on selkeä ja yksinkertainen. *”[Käytön opettelu] on kyl ollu tosi nopeeta.”* (H4) Käyttäjille oli lähetetty ohjevideo, jossa käydään läpi Freesin käyttöä. Käyttäjän H3 mielestä videon avulla käytön oppiminen oli helppoa, mutta ilman ohjevideota osa asioista olisi ollut hänelle epäselvää. *”Ilman ohjeita olis pitänyt arvailla, että mitenäs tämä nyt toimii ja mistä tätä zoomataan ja mistä mitäkin tapahtuu.”* (H3)

Käyttäjä H1 esitti huolenaiheen, että käytöstä ja opittavuudesta voi tulla tulevaisuudessa vaikeampaa, kun palveluun tulee lisää ominaisuuksia jatkokehityksen myötä. Käyttäjän H3 mukaan jonkinlainen ohjeistus olisi hyvä lisätä palveluun. Hän antoi esimerkkinä päätoiminnot kattavat ohjeet, jotka voisivat näkyä esimerkiksi vain ensimmäisellä käyttökeralla.

### **Muistettavuus**

Kaikki käyttäjät kokivat Freesin olevan muistettavuuden osalta hyvä palvelu, eikä kukaan ollut kokenut ongelmia palatessaan tauon jälkeen palvelua käyttämään. *”[Muistettavuudessa] ei oo mitään ongelmaa, ei sillä tavalla.”* (H1)

Käyttäjä H5 ei aina heti muistanut kaikkea, mutta koki kokonaisuuden olevan tarpeeksi yksinkertainen ja selkeä, että kokeilemalla nopeasti muistui mieleen, miten asiat toimivat.

### **Palautteen saaminen palvelussa**

Kaikkien käyttäjien mielestä Freesin tarjoama palaute käyttäjälle on ollut riittävää. Kolme käyttäjää (H2, H4, H5) kertoi etteivät olleet kokeneet yhtään tilannetta missä he eivät tietäisi mitä sillä hetkellä palvelussa tapahtuu.

Käyttäjä H1 oli kokenut tilanteita, joissa anturimittaus näytti nollaa ja toivoi käyttöliittymään selitystä asialle, jotta tiedettäisiin, johtuuko tilanne esimerkiksi anturin hajoamisesta vai verkkoliikenteen katkoksesta.

### **Millaisissa työtehtävissä Freesiä käytettiin**

Freesiä käytettiin viikottaiseen kiinteistökannan olosuhdevalvontaan. Käyttäjä H5 oli käyttänyt Freesiä aina, kun on tullut tarvetta tarkastella kiinteistöjen olosuhteita. Käyttäjä H4 oli käynyt tarkastelemassa olosuhteita silloin tällöin. Hän antoi esimerkin spesifistä käyttötapauksesta, jossa kiinteistön käyttäjät olivat valittaneet kuumuudesta, jonka jälkeen hän oli käynyt tarkistamasta tilanteen Freesistä ja oli pystytty varmistamaan havaittu ilmiö. Käyttäjä H3 oli tarkastellut työpaikkansa mittauksia satunnaisesti. H3 haluaisi tulevaisuudessa mahdollisuuden yhdistää Freesin antureita toisenlaiseen valvontajärjestelmään. Käyttäjän H2 käyttötapaukset eroavat muista, koska hän on ammatiltaan myyjä ja käyttää Freesiä asiakastapaamisissa myynnin tukena. Käyttäjä H1 antoi konkreettisen esimerkin käyttötapauksesta haastattelupäivän aamulta. Rehtori oli lähettänyt hänelle koulusta sähköpostin, jossa kertoi yhden luokkatilan olevan liian kylmä ja pyysi tarkistamaan tilanteen Freesistä. H1 kävi tarkistamassa tilanteen Freesistä ja otti leikkaustyökalulla kuvankaappauksen luokkatilan lämpötilakäyristä ja lähetti kuvan rehtorille.

### **Palvelun ulkoasun miellyttävyys**

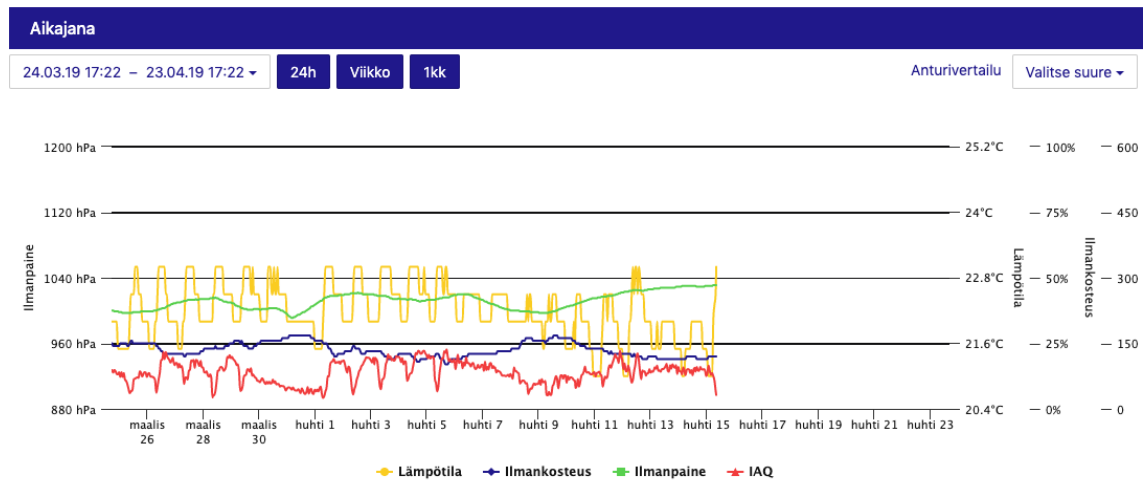
Kolmen käyttäjän (H2, H3, H4) mielestä Freesin visuaalinen ilme on hyvä. Käyttäjän H5 mielestä ulkoasu on riittävän selkeä. Käyttäjän H4 mielestä Freesi on visuaalisesti selkeä ja palveluun on valittu hyvät värit. *”Nyt on neljä parametria mitä tässä mitataan, niin on asetettu sellaset selkeästi erottuvat värit ettei tarvii miettiä et ’hetkinen kumpi sininen väri tossa nyt on’, jos ois vaikka vaaleen sininen ja tumman sininen. Vois mennä sekasin jos olis huono näkö tai muuta.”* (H4) Käyttäjä H2 piti siitä, että asiat pysyvät loogisesti samoissa paikoissa navigoitaessa näkymästä toiseen.

Käyttäjä H1 kritisoi kuvaajien ulkoasua, koska hänellä oli akselien skaalautuvuuden kanssa ongelmia. Kuvaajissa x-akselilla kuvataan aikaa ja y-akselilla mitattua suuretta. Käyttäjä H1 haluaisi nähdä esimerkiksi lämpötilamittauksia asteen kymmenesosien tarkkuudella. Freesin kehitysversiossa lämpötilan y-akselille oli valittu staattiset minimi- ja maksimiarvot, joten pienet muutokset lämpötilassa eivät näkyneet kuvaajalla kuin pienenä muutoksena. Käyttäjä H1 halusi kuvaajien y-akseleista dynaamisesti muuttuvia mitausarvojen mukaan, jolloin pienetkin muutokset mittauksissa näkyisivät selvästi.

## **5.1.2 Havainnot tehtävistä**

Tehtävät suoritettiin neljälle käyttäjälle (H1, H2, H3, H4) viidestä. Yhden käyttäjän (H5) haastattelu jouduttiin tekemään puhelimesta, eikä tehtävien suorittamista voitu toteuttaa.

**Ensimmäisessä tehtävässä** käyttäjää kehoitettiin avaamaan vapaavalintainen kohdenäkymä ja tarkastelemaan siellä viimeiseltä kuukaudelta mittausdataa kuvaajasta. Kohdenäkymän kuvaaja näkyy kuvassa 7.



**Kuva 7: Kohdenäkymän kuvaaja viimeiseltä kuukaudelta**

Käyttäjä H1 onnistui kohdesivulle navigoinnissa vaivattomasti ja hän osasi käyttää pikavalintaa viimeisen kuukauden datan näyttämiseksi kuvaajalla.

Käyttäjä H2 löysi heti oikean paikan mistä kohteeseen päästään navigoimaan ja tiesi missä pikavalinta viimeisen kuukauden datan näyttämiseksi löytyy.

Käyttäjällä H3 Freesin käyttö sujui ongelmitta. Hän osasi käyttää myös useita ominaisuuksia, joita ei tehtävässä pyydetty käyttämään.

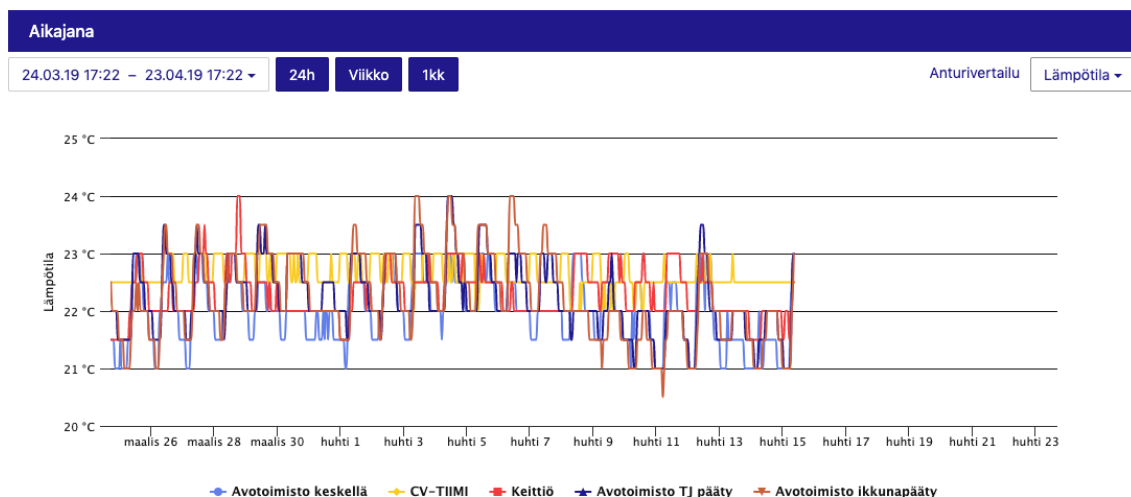
Käyttäjä H4 osasi käyttää sovellusta todella hyvin ja tehtävä onnistui helposti ja ongelmitta. Hän kommentoi tarkastelevansa yleensä olosuhteita tilakohtaisesti, eikä koko kiinteistön tilaa.

### **Yhteenveto ensimmäisestä tehtävästä**

Kaikki käyttäjät onnistuivat tehtävässä hyvin ja kaikki osasivat navigoida Freesissä tehokkaasti. Pikavalinta yhden kuukauden aikavälin valinnalle oli heille tuttu ja helppo käyttää.

**Toisessa tehtävässä** käyttäjiä pyydettiin tarkastelemaan viime viikon perjantailta kohdesivun anturivertailusta kaikkien tilojen lämpötiloja. Anturivertailu, jossa lämpötila on valmiiksi valittuna näkyy kuvassa 8.





**Kuva 8: Kohdenäkymän anturivertailu viimeiseltä kuukaudelta, lämpötila valittuna**

Käyttäjä H1 onnistui tehtävässä, mutta hänen käyttönsä oli hidasta ja anturivertailu ominaisuus ei ollut ennalta hänelle tuttu.

Käyttäjä H2 navigoi ensin virheellisesti yhden tilan näkymään, josta anturivertailua ei voi käyttää. Hänelle tuli yllätyksenä, että kalenterista pystyy vaihtamaan myös kellonaikaa. Hän kommentoi, että kalenterista poistuminen ei ole kovin selkeää. Anturivertailun käyttäjä löysi helposti, mutta kommentoi että anturivertailun painike voisi olla paremmin korostettu taustasta.

Anturivertailu ei ollut aikaisemmin tuttu käyttäjälle H3 ja häntä jouduttiin opastamaan mistä anturivertailu löytyy. Tämän jälkeen tehtävä onnistui loppuun helposti.

Käyttäjä H4 tiesi heti mitä tehdä ja osasi valita kalenterista oikean päivämäärän vaivattomasti, vaikka sanoi ettei ollut koskaan aikaisemmin valinnut spesifiä päivämäärää kalenterin avulla. H4 oli käyttänyt aina aiemmin valmiita aikavälien pikavalintoja, joilla saa esimerkiksi viimeiseltä viikolta tai viimeiseltä kuukaudelta kuvaajat.

### **Yhteenveto toisesta tehtävästä**

Tehtävässä käytettävä anturivertailu ei ollut kaikille käyttäjille ennalta tuttu ja aiheutti jonkun verran ongelmia. Osa käyttäjistä eivät olleet tietoisia missä ominaisuus käyttöliittymässä sijaitsee ja vaativat opastusta. Kun anturivertailun pudotusvalikko löytyi, suoriutuivat kaikki tehtävästä helposti.

**Tapahtumaloki**

|                  |  |             |
|------------------|--|-------------|
| 22.03.2019 12:24 | H1 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |
| 22.03.2019 12:23 | H2 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |
| 22.03.2019 12:23 | H3 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |
| 22.03.2019 12:21 | H4 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |
| 22.03.2019 12:17 | H5 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |
| 22.03.2019 11:21 | H6 on suorittanut huoltomerkinnän luontia... | Uusi Huolto |

**Uusi huoltomerkintä**

Kuvaus \*

Päivämäärä

**Lisää**

**Kuva 9: Tapahtumaloki ja huoltomerkinnän luonti**

**Kolmannessa tehtävässä** käyttäjiä pyydettiin tekemään huoltomerkintä vapaa valintaiseen tilaan. Tapahtumaloki johon huoltomerkinnät tulevat näkyviin sekä uuden huoltomerkinnän luontilomake näkyvät kuvassa 9.

Huoltomerkinnän tekeminen ei ollut ennalta tuttu toiminto käyttäjälle H1. Hänelle oli epäselvää mihin merkintä tulee näkyviin. Hän oletti, että merkintä tulisi näkyviin kuvajalle.

Käyttäjä H2 suoriutui tehtävästä helposti ilman mitään ongelmia.

Huoltomerkinnän luonti oli käyttäjälle H3 ennestään tuttu ja hän suoritti tehtävän onnistuneesti helposti.

Käyttäjä H4 löysi lomakkeen, josta huoltomerkintöjä kirjoitetaan nopeasti ja merkinnän luonti onnistui helposti. Hänelle oli epäselvää mihin huoltomerkintä tulee näkyviin, koska ei ollut aikaisemmin käyttänyt ominaisuutta.

### **Yhteenveto kolmannesta tehtävästä**

Kaksi käyttäjää neljästä ei ollut koskaan käyttänyt huoltomerkinnän luontia aikaisemmin. Näille käyttäjille oli myös epäselvää mihin merkinnät tulevat näkyviin. Loput käyttäjät olivat aiemmin käyttäneet huoltomerkintöjä ja tehtävä ei aiheuttanut heille ongelmia.

## 5.2 Asiantuntijoiden haastattelut MVP -mallista

Haastattelun tulokset ovat ryhmitelty haastattelukysymysten alle omiksi kokonaisuuksikseen. Otsikoiden alle tulokset ovat jaettu projekteittain omiin kappaleisiin. Haastateltavat M1 ja M3 olivat mukana Freesi -projektissa. Haastateltava M2 kertoi kokemuksiaan sähköverkkoyritykselle toteutetusta IoT -projektista. Haastateltava M4 kertoi kokemuksistaan MVP -mallilla toteutetusta suuresta projektista, jossa toteutettiin moderni alustaratkaisu, johon voidaan tuoda useita erilaisia palveluita osaksi samaa alustaa, mukaan lukien IoT -palveluita.

### Kuinka hyvin MVP -projekti onnistui?

IISY:n edustaja (M1) oli kaikin puolin tyytyväinen Freesi -projektiin, vaikka projektissa jäikin korjailtavaa, kuten datan latausnopeus. Projektin aikataulu oli startupin puolelta tavoitteellinen ja siihen päästiin hyvin. Heille oli tärkeää saada nopeasti demo aikaiseksi myynnin tueksi ja MVP mahdollisti myynnin tekemisen jo aikaisessa vaiheessa. Myös Cinian edustaja M3 oli tyytyväinen samaan projektiin. *”Mun mielestä projekti on ollut ihan menestyksenkäs kokonaisuudessaan, että hyvin se on sujunut.”* (M3)

Projektipäällikkö M2 kertoi hänen projektinsa sujuneen ihan hyvin alkuhaasteiden jälkeen. *”Kun projektia lähdettiin edistämään, asiakkaan visio ei ollut kovin selkeä.”* (M2) Hän kertoi, että asiakkaan vision kirkastamista ja käyttäjäkokemuksen suunnittelua olisi pitänyt tehdä enemmän. Suunnittelun puutetta hänen mukaansa kompensoi kehityksestä vastaavan Cinian kokemus IoT -palveluiden kehittämisessä.

Ohjelmistokehittäjä M4 kertoi suuren mittakaavan MVP -projektin sujuneen kokonaisuudessaan hyvin. Onnistumisessa auttoi hänen mukaansa se, että heti projektin alussa viestittiin kaikille sidosryhmille selvästi, että ollaan kehittämässä MVP:tä. *”Käytännössä kiellettiin kaiken ylimääräisen tekeminen, koska siinä [projektissa] oli tiukat resurssirajoitteet niin ajallisesti kuin rahallisesti.”* (M4) Hän jatkoi, että hyvän määrittelyn ansiosta ei ollut mahdollisuuttakaan lähteä väärin suuntiin missään vaiheessa, joka olisi heti peilautunut projektin lopputulokseen. Projektin alussa hahmoteltiin vielä kokonaiskuvaa, mutta sitä tarkennettiin projektin kuluessa päivittäin miettimällä, mikä kuuluu osaksi MVP:tä ja mikä ei. Täydellisesti ei tässäkään projektissa onnistuttu, vaan M4 kertoo, että projektissa kaikesta huolimatta satuttiin toteuttamaan jotakin ylimääräistä. Myös asiakkaan tuoteomistajalla oli vahva näkemys MVP -projektista, eikä hän lähtenyt ehdottamaan kehitystiimille mitään ylimääräistä kehitettävää, vaan hän jakoi saman vision siitä, että nyt toteutetaan vain minimi eikä mitään ylimääräistä. *”Ja kyllä se [projekti] sitten aikataulussa aikalailla maaliin menikin.”* (M4)

### Miksi projekti tehtiin valitulla tavalla?

IISY:n edustaja M1 kuvaili projektia: tehdään MVP, hankitaan siitä palautetta ja myöhemmin jatkokehitetään eteenpäin. Hän kertoi, että tuote mitä heidän pitää tehdä kehitty

koko ajan ja startupille on erittäin tärkeää, ettei tehdä mitään ylimääräistä. Hänen mukaansa MVP -malli oli ainoa järkevä tapa toteuttaa projekti heidän tapauksessaan. Cinian edustaja M3 kertoi, ettei asiakkaalla ollut tarkkaa visiota siitä minkälainen järjestelmä tulee olemaan ja minkälaiset heidän asiakastarpeensa ovat. Haluttiin päästä nopeasti markkinoille ja esittämään pilottiasiakkaille järjestelmää, jotta saataisiin palautetta siitä, miten tuotetta tulisi jatkokehittää eteenpäin.

Projektipäällikkö M2 kertoi, että projektin edetessä huomattiin, että korkealla prioriteetilla pidetty tasaverkko-toiminnallisuus viivästyy, joten otettiin toinen fokus millä tuotetta alettiin tekemään. Kehittämällä MVP toissijaisesta osa-alueesta, saatiin tuotekehityksen ja markkinoinnin näkökulmasta hyvin lisäarvoa. *”MVP -malli näytti tässä kyntensä, vaikka projektin scope muuttui, pystyttiin projektia jatkamaan ja tekemään ilman suuria muutoksia.”* (M2)

Ohjelmistokehittäjä M4 kuvaili projektin olleen suuri uudenlainen kokonaisuus, josta projektin tilannut asiakas eikä kehitysorganisaatio tiennyt ennalta parasta tapaa toteuttaa tämänkaltaista projektia. Tämän takia tarvittavan laajaa määrittelyä ei voitu tehdä, joten parhaaksi vaihtoehdoksi nähtiin MVP -malli. *”Et se mitä sitten annettiin oli pääsuuntalinjat, ne MVP:n määritteet, että mitä se nyt ainakin pitäis sisältää.”* (M4) Tämän projektin lopputuloksena syntyvälle alustalle ei ollut mietitty M4:n mukaan varsinaisesti käyttökohdetta etukäteen. Kukaan ei tiennyt tarkkaan minkälaiseksi palvelu muotoutuisi esimerkiksi kahden vuoden kuluttua. *”Oli jonkinlainen raaka visio siitä, mutta ei mitään tarkempaa visioo.”* (M4) M4 kertoi, että MVP:n tekeminen ja varhaisen version käyttäminen helpotti asiakkaan näkökulmasta jatkokehitystä, kun oli jotakin konkreettista minkä päälle lähteä rakentamaan.

### **MVP -mallia käyttävän projektin hyvät ja huonot puolet**

Cinian edustaja (M3) kiteytti MVP -mallin parhaaksi puoleksi nopean pääsyn markkinoille, jonka takia saadaan nopeasti tulosta. Mallin huonona puolena voidaan hänen mukaansa pitää sitä, että projektin aikana avataan monia kehityslinjoja, joista osa jää keskeneneräisiksi, ja niihin käytetty huomattava aika menee hukkaan. M3 kertoi kuinka asioista puhumiseen ja määrittelyyn käytetään paljon aikaa, kun parempi ratkaisu olisi rajoittaa tekemistä. *”Pitäis olla kirkkaampi visio siitä, että tekis vähemmän mutta paremmin.”* (M3) Haastateltava M3 täsmentää, että tämä on jokaisen projektin haaste: Miten projektia ja määrittelyä tulisi tehdä ja missä vaiheessa MVP:n sisältö määritellään. Tärkeää on aikaisessa vaiheessa ymmärtää minimi laajuus, millä voidaan lähteä markkinoille. IISY:n edustajan (M1) mukaan MVP -malli on ehdottoman hyvä tapa toteuttaa projekteja startupille. *”MVP -malli oli tosi hyvä ja ketterä tapa tehdä projektia.”* (M1)

Haastateltavan M2 mukaan MVP -mallilla voidaan tehdä nopeita liikkeitä ja muuttaa suuntaa tarvittaessa, sekä järkevällä työmäärällä voidaan varmentaa tuotteen tuoma arvo asiakkaalle. MVP -mallin huonoksi puoleksi M2 kuvaili tilannetta, jossa asiakas ei ole

kokenut ketteristä projekteista, asiakas voi kokea, että heidän pitäisi saada enemmän kuin mitä todellisuudessa saavat. Vaikka projektin fokus olisi siirtynyt ja laajuus muuttunut, mikä on ketterissä projekteissa luonnollista, asiakas odottaa alkuperäisen fokuksen ja laajuuden mukaisia lopputuloksia.

Haastateltava M4 kertoi MVP -mallin hyvänä puolena sen, että kehitystiimi pystyi keskittymään oleellisiin asioihin, eikä aikaa kulunut lisätoimintojen selvittämiseen. Hänen mielestään tämä helpotti projektin tekemistä. *"[...] helpottaa, että keskitytään siihen tärkeimpään, tärkeimpään tarpeeseen ja siihen mitä nyt varmasti halutaan tehdä, pitämällä se scope suhteellisen pienenä."* (M4) Hän mainitsi myös projektiriskin: jos käytetään liikaa aikaa kaikkien mahdollisten vaihtoehtojen ja skenaarioiden miettimiseen, se voi johtaa huomattavaan tehokkuuden laskemiseen. Huonona puolena M4 mainitsi riskin, että MVP määritellään liian suppeaksi, jolloin se voi olla liian kaukana siitä mitä tuotteen tulisi lopulta olla. *"Jos se [MVP] on tehty liian hatarilla määritteillä ja liian pelkistetyksi ja liian pienenä, niin se ei välttämättä vastaa siihen jatkotarpeeseen mikä on."* (M4) Huono määrittely voi M4:n mukaan johtaa myös siihen, että asiakkaalle muodostuu väärinystynyt kuva kehityksen nopeudesta, jos joku osa projektia saadaan nopeasti valmiiksi, joka ei kuitenkaan ole tuotantokelpoinen. Asiakas voi ajatella, että kehitys on nopeaa, vaikka todellisuudessa ominaisuuden lopullinen testaus, toteutus ja viimeistely voi viedä vielä paljon aikaa.

### **Asiakkaan tarpeiden selvittäminen MVP -mallin avulla**

*"Tässä onnistuttiin tosi hyvin."* (M1) IISY:n edustaja (M1) kertoi, että ennen projektin alkua toteutettiin pieni markkinatutkimus ja markkinoita tutkitaan projektin edetessä koko ajan. Hän kuvailee, että kehitettävä tuote on nyt erilainen kuin mitä MVP oli. Hänen mukaansa paljon olisi asioita tehty turhaan, jos projektin alussa heti oltaisiin tehty kaikki ideat mitä projektille oli. Nyt heillä on hyvä perustuote ja siihen voidaan lisätä uusia ominaisuuksia. *"Asiakkaamme bisneksen kannalta se [MVP] on ollut järkevä malli ja ollaan siinä hyvin onnistuttu."* (M3) Cinian edustaja M3 kertoi kuinka asiakas on palvelun kehittäjä ja loppuasiakkaat kokonaan toinen ryhmä, joten hänellä ei ole lopullista näkymää siihen, miten loppuasiakkaat ovat palvelun kokeneet. Hän kuitenkin piti projektia menestyksekkäänä. *"Ollaan viety sellasia aihioita ja ratkaisuja asiakkaalle jotta on pystytty alottamaan toiminta ja he ovat pystyneet bisnestään laajentaan, niin kyllä sitä voi menestyksenä pitää."* (M3)

Haastateltavan M2 mukaan asiakkaiden tarpeiden ja kiinnostuksen kartoituksessa onnistuttiin hyvin. *"Projektin alkuvaiheessa tiedettiin, että tuotetta tullaan esittelemään alan messuilla. Messuilla saadulla palautteella asiakas sai vahvistuksen sille, että ollaan menossa oikeaan suuntaan, vaikka kaikki featuret eivät olleet vielä valmiita."* (M2)

Haastateltava M4 mainitsi, että asiakkaan tarpeet ymmärrettiin oikein hyvin, koska projekti saavutti ne tavoitteet mitä sille oli asetettu. MVP:n ansiosta projektin loppupuolella

kyettiin havaitsemaan, että jotkut ominaisuudet täyttivät asetetut kriteerit, mutta eivät tulisi sellaisenaan toimimaan täydellisesti tulevaisuudessa oikeissa tuotantoympäristöissä ja suuressa mittakaavassa.

### **Palautteen kautta oppiminen MVP -mallissa**

Freesi -projektissa IISY:n edustaja (M1) sanoi, että palaute on ollut todella hyödyllistä projektin aikana. Hänen mukaansa palautetta on haettu todella aktiivisesti asiakkailta. IISY on aina kysynyt asiakkaalta mihin suuntaan Freesiä pitäisi kehittää. IISY on itse ensin hahmotellut mitä ominaisuudet voisivat olla ja sitten kysytään asiakkailta palautetta. *”Meidän tuotekehityskulttuuri on sellanen että ei tehdä mitään ennenkun on saatu asiakkaalta palautetta.”* (M1) M3 kertoi, että loppukäyttäjiltä saatu palaute on auttanut terävöittämään Freesi MVP:tä tuotteen suuntaan. *”Käsitykseni mukaan he ovat sitä [palautetta] paljonkin saaneet, ja paljonkin kehitysideoita saaneet.”* (M3)

M2 kertoi, että palautteen saannissa olisi ollut parantamisen varaa. *”Ei olla pyydetty tarpeeksi [palautetta], eikä asiakas ole sitä osannut antaa.”* (M2) Asiakas ei osannut arvioida kuinka suuri panos heiltä vaaditaan projektissa tuotteen omistajan roolissa. Palautteenanto-prosessi ja keskustelu parantuivat projektin edetessä, kun muodostui luonnollinen keskusteluyhteys, mutta se vaati työtä.

Haastateltava M4 kertoi, että projektissa oli harmillista, että testikäyttäjiä oli asiakkaan puolelta vain yksi, joka oli samalla tuoteomistaja. Asiakkaan tuoteomistaja oli kuitenkin erittäin pätevä ja osasi antaa vastauksen mihin tahansa kysymykseen, joka helpotti projektin edistämistä huomattavasti. *”Kyllä palaute oli siinä mielessä hyvää ja sitä tuli tietysti riittävästi, siinä mielessä, koska palautetta sai aina kun sitä vaan kysy.”* (M4)

### **MVP -projektin lopputuloksen parantaminen**

IISY:n edustaja (M1) kertoi, että rajapintakeskustelut anturivalmistajan ja ohjelmistokehitys yrityksen kanssa menivät vähän pieleen. Rajapintamäärittelyn olisi pitänyt tulla Cinialta eikä anturivalmistajalta. Tämä päätös aiheutti hieman hankaluuksia projektin alkupuolella. Kommunikaatio M1:n mukaan on usein haastavin asia projekteissa. *”Onko tehty jotain turhaan sen takia että on puhuttu eri kieltä tai saatu vääriä käsityksiä. Niiltä on tosin tosi vaikea kokonaan välttyä.”* (M1) IISY:n edustaja (M1) kertoi, että he keräsivät palautetta suoraan tulevilta asiakkailta, ja välitti palautteen omin sanoin Cinialle. He tiedostivat, että parempi olisi, jos palaute menisi suoraan Cinialle ilman välikäsiä. Cinia ei ole IISY:n liiketoiminnassa päivittäin mukana, se asetti IISY:lle painetta selittää Cinialle asiat tarpeeksi laajasti. Cinian projektitiimi ei ymmärrä kaikkia IISY:n liiketoimintaan liittyviä yksityiskohtia. (M1) Cinian edustajalla (M3) ei tullut mieleen spesifejä parannusideoita projektille. *”Ehkä tuote olisi parempi, jos siihen oltaisiin investoitu enemmän, mutta asiakas investoi sen verran mitä asiakas pystyy investoimaan.”* (M3)

Projektin laatua olisi voitu haastateltavan M2 mukaan parantaa panostamalla laatuun enemmän kehityksen aikana. Yksi tapa olisi ollut myydä testausta asiakkaalle enemmän, joka olisi auttanut ohjelmiston laadunvarmistuksessa.

Haastateltavan M4 mielestä laatua oltaisiin voitu parantaa panostamalla enemmän testaukseen, jotta oltaisi saatu tarkemmin selville saavuttiko toteutettu projektin osio oikeasti sille asetetut tavoitteet oikeassa mittakaavassa. Hänen mukaansa olisi voinut myös olla hyödyllistä, että asiakkaalla olisi ollut useampia henkilöitä antamassa asioille mielipiteitään, yhden henkilön sijasta. *”Et siinä ois ehkä sitten tullut erilailta huomioitua erilaisia asioita.”* (M4) Projektin lopputulosta olisi M4:n mielestä voitu parantaa myös sillä, että heti projektin alussa olisi ollut tarkat minimivaatimukset kaikille asioille, sen sijaan että niitä jouduttiin yhdessä määrittelemään projektin edetessä. Olisi pitänyt heti projektin alussa vaatia asiakkaalta tarkemmin yksikohtaiset MVP:t jokaiselle moduulille, palvelulle ja toiminnolle.

### **Uskotko, että parempi laatu olisi saavutettu erilaisella projektimallilla vai olisiko sellaisen käyttö ollut edes mahdollista?**

IISY:n edustaja (M1) oli sitä mieltä, että projektia ei olisi ollut mahdollista tehdä millään muulla tavalla. Cinian edustaja (M3) oli hänen kanssaan samaa mieltä: *”No eipä tässä oikeestaan ollu vaihtoehtoja.”* Hänen mukaansa oli parempi tehdä rajattu määrä ominaisuuksia ja saada toiminta käyntiin, sen sijaan että oltaisiin viety ominaisuuksia pidemmälle, joka olisi todennäköisesti ollut virhe. *”Time to market oli heille erittäin tärkeä ja budjetti rajoituksellinen, että parempi oli tehdä juttuja ja saada toiminta käyntiin”* (M3)

Haastateltava M2 kertoi, että asiakkaan omat tuotekehitysaikataulut eivät pysyneet aika-tilaus, jonka takia MVP sopi projektiin oikein hyvin. Tärkeämpi osuus asiakkaan kannalta viivästy, joten projektissa tehtiin Proof of Concept (PoC) hengessä pienemmän prioriteetin osuus.

Haastateltavan M4 mukaan MVP -malli sopi projektiin hyvin ja oli ainoa mahdollisuus. Projekti kilpailutettiin, jonka johdosta projektille asetui kiinteä aika sekä budjetti, ja molemmat olivat suhteellisen tiukkoja. M4:n mukaan ainoaksi vaihtoehdoksi jäi lähteä tähtäämään asetettuun deadline päivämäärään ja toteuttamaan vain ne asiat, jolla projektin vaatimukset täyttyisivät.

### **Yhteenveto**

Kokonaisuudessaan MVP -malli koettiin tehokkaaksi ja hyväksi tavaksi toteuttaa ketteriä ohjelmistoprojekteja. Mallin parhaina puolina pidettiin joustavuutta, nopeaa pääsyä markkinoille ja kehitystiimin tekemisen fokuoimista. MVP:n tekemistä pidettiin hyvänä vaihtoehtona, jos projektin alussa ei ole täysin selvää minkälainen tuoteesta lopulta muo-

dostuu. Tekemällä MVP voidaan saada vahvistus sille, ollaanko tuotetta kehittämässä oikeaan suuntaan. MVP -mallin heikkoutena mainittiin riski, että MVP:stä tehdään liian minimaalinen, jolloin se ei vastaa lopullista haluttua tuotetta riittävän hyvin. Lisäksi liian monen kehityshaaran toteuttamisesta johtuva mahdollinen hukkaan menevä aika koettiin heikkoutena. Kolmantena heikkoutena mainittiin se, että projektin tilaava asiakas saattaa ymmärtää MVP:n sisällön ja laajuuden väärin, jos MVP:n sisältö muuttuu projektin kuluessa.

Asiakastarpeiden selvittämiseen MVP -mallia pidettiin erittäin hyvänä. Tekemällä MVP saatiin arvokasta tietoa siitä, onko tuote sellainen mitä tulevat käyttäjät haluavat ja tarvitsevat.

Palautteen saanti MVP -projektin aikana koettiin vaihtelevaksi. Osa haastateltavista koki, että palautteen määrään ja laatuun olisi pitänyt panostaa enemmän. Kaikki haastateltavat pitivät kuitenkin palautetta erittäin tärkeänä osana projektia ja he kertoivat saadun palautteen olleen todella hyödyllistä projektin edistämisen kannalta.



## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen johtopäätökset. Ensin kerrotaan tutkimuksen kohteena olevan Freesi palvelun käytettävyyden nykytilasta. Sitten esitellään suositukset MVP -mallin käyttämiseksi ketterissä IoT -ohjelmistoprojekteissa. Tämän jälkeen käydään läpi Freesi projektille kehitysehdotukset ja suositukset projektin jatkamiselle.

### 6.1 Palvelun käytettävyys

Alaluvussa 5.1 esiteltyjen tulosten perusteella voidaan sanoa, että Freesin käytettävyys on hyvällä tasolla. Kaikki viisi haastateltavaa käyttäjää pitivät Freesiä helposti opittavana ja muistettavana palveluna. Neljä käyttäjää viidestä piti Freesiä helppokäyttöisenä sekä tehokkaana. Palvelu myös toimi valtaosalla käyttäjistä odotetulla tavalla eikä virhetilanteita tai muita ongelmia havaittu, muutamaa prototyyppiantureihin liittyvää ongelmaa lukuun ottamatta. Haastattelun osana suoritetuista tehtävistä käyttäjät suoriutuivat pääosin ongelmitta, joka tukee haastatteluiden tuloksia Freesin helppokäyttöisyydestä. Osalle käyttäjistä heille ennalta tuntemattomat toiminnallisuudet aiheuttivat hieman hankaluuksia, eivätkä he heti löytäneet tehtävässä pyydettyä toimintoa käyttöliittymästä.

#### TK1: Kuinka hyvin MVP -malli soveltui Freesi -sisäilmapalvelun kehittämiseen?

Freesin käyttäjäkokemuksen suunnittelun päätavoitteena oli luoda riittävän yksinkertainen ja helppokäyttöinen palvelu. Haastattelujen tulosten perusteella voidaan sanoa, että käyttäjäkokemuksen suunnittelulle asetetut tavoitteet saavutettiin. **Käyttäjät pitivät palvelua selkeänä, loogisena, helppokäyttöisenä ja nopeasti opittavana.** Projektissa toteutettu MVP toimi hyvin palautteen keräyksen välineenä. Palautteen avulla tuotetta kyettiin kehittämään eteenpäin ja parantamaan palvelun laatua. Freesin kehittäneen IISY:n mielestä MVP -malli oli järkevin tapa rakentaa palvelu. Käyttäjien palaute oli suurilta osin hyvin positiivista, joka antaa tukea sille, että MVP -mallin käyttäminen oli onnistunut ratkaisu, eikä riskinä ollut käyttäjäkokemuksen kärsiminen toteutunut.

Osa käyttäjistä eivät ymmärtäneet käyttävänsä MVP -versiota palvelusta ja turhautuivat tämän takia, koska luulivat saavansa käyttöön valmiin järjestelmän. Tämän turhautumisen olisi voinut välttää kommunikoimalla käyttäjille paremmin, että he ovat saamassa käyttöön kehityksessä olevan keskeneräisen palvelun.

### 6.2 MVP -mallin käyttö ketterissä IoT -projekteissa

Tässä alaluvussa käsitellään MVP -haastattelujen tulosten johtopäätökset ja suositukset Freesin kaltaisten IoT -projektien toteuttamiseen.

### 6.2.1 MVP -mallin soveltuvuus ketteriin IoT -projekteihin

MVP -mallin onnistunut käyttäminen IoT -projekteissa riippuu hyvin paljon projektin laajuudesta sekä käytetyistä IoT -laitteista. IoT -laitteiden valmistuskustannukset saattavat vaihdella hyvin paljon projektien välillä. MVP -mallin käyttäminen IoT -projekteissa ei kaikissa tapauksissa ole järkevää, jos käytettävät laitteet ovat sellaisia, joista on vaikea karsia riittävästi ominaisuuksia. Karsimista täytyy tehdä, jotta tuotantokustannukset saataisiin pidettyä riittävän pieninä ja laite pystyisi edelleen tarjoamaan riittävästi arvoa tuleville asiakkaille. Projektit, joissa voidaan hyödyntää valmiita IoT -laitteita eroaa merkittävästi projekteista, joissa IoT -laitteita ei ole mahdollista ostaa kolmannen osapuolen valmistajalta. IoT -projektissa, joka toteutetaan MVP -mallilla, on kaksijakoinen ongelma. Projektissa täytyy luoda MVP -versio sekä IoT -laitteista että sovelluksesta. MVP:n käyttö IoT -startupissa voi olla ongelmallista, koska kompleksisten järjestelmien ominaisuuksien karsiminen saattaa olla hyvin hankalaa (Ghezzi 2018). Tästä syystä joudutaan luomaan laajempi prototyyppi MVP:n sijaan, jonka kehittämisen kustannukset ovat paljon suuremmat kuin tyyppillisen MVP:n.

Freesi -projektissa IoT -laitteiden prototyypit olivat verrattain yksinkertaisia, jolloin MVP -versiosta ei jouduttu karsimaan pois kriittisiä osia. Prototyypeistä rajoitettiin mitaavien anturien lukumäärä neljään: ilmankosteus, ilmanpaine, lämpötila sekä IAQ. Freesi -projektin MVP:n tärkein tavoite oli saada mitauslaitteet lähettämään mitausdatansa palvelulle ja tämän datan esittäminen selainkäyttöliittymässä. Freesi -sovelluksesta saatiin luotua karsituilla ominaisuuksilla sopiva versio, joka tuki prototyyppilaitteita onnistuneesti.

Alaluvussa 5.2 esitelty MVP -haastattelujen tulokset antavat tukea sille ajatukselle, että MVP -malli soveltuu hyvin ketteriin IoT -projekteihin. Kaikilla neljällä haastateltavalla oli positiivinen asenne MVP -mallia kohtaan ja kaikkien MVP -projektit saatiin onnistuneesti valmiiksi. Erityisesti Freesi palvelun kehittämisen IISY startupin mielestä MVP -malli on erinomainen ja ketterä tapa tehdä projekteja.

#### TK2: Mitkä ovat MVP -mallin hyödyt ja haitat ketterässä IoT -projektissa?

MVP -haastattelututkimuksen päätavoite oli selvittää MVP -mallin hyödyt ja haitat ketterän IoT -projektin toteuttamisen kannalta. Haastatteluissa MVP -mallin vahvuuksiksi mainittiin *nopea pääsy markkinoille*, joka mahdollistaa tuloksen synnyttämisen mahdollisimman nopeasti. MVP -malli mahdollistaa suunnanmuutokset projektin edetessä. Yhden haastateltavan projektissa jouduttiin kesken projektin tekemään suuri muutos projektin sisältöön. Tästä tilanteesta selvittiin kuitenkin hyvin MVP -mallin joustavuuden ansiosta. *Jos projektin määrittely on epäselvä, eikä tarkkaa visiota halutusta tuotteesta voida muodostaa, on MVP -mallin käyttäminen hyvä vaihtoehto*. Määrittelemällä tuotteen kriittisimmät osiot ja rakentamalla näistä toimiva tuote, voidaan tuotteesta kerätä palautetta ja visio saadaan tarkennettua tekemättä hukkatyötä. MVP:n avulla on *mahdollista selvittää tuotteen markkinakelpoisuus ja kiinnostus tuotetta kohtaan toteuttamatta*

*tuotetta loppuun asti.* Tätä väitettä tukevat haastattelutulokset, jossa yhden projektin MVP sai vahvistuksen alan messuilla saadusta palautteesta. Myös Freesi -projektissa tulevilta käyttäjiltä saatu palaute vahvisti näkemystä siitä, että tuotteen kehityssuunta oli oikea.

MVP -mallin haittana pidettiin *riskiä tehdä MVP:stä liian minimaalinen*, jolloin rakennettu tuote jää liian keskeneräiseksi, eikä se kuvasta riittävän hyvin visioitua valmista tuotetta. Tämän riskin välttämiseksi projektisuunnittelulta vaaditaan erityistä huolellisuutta. Relevanttien sidosryhmien kanssa yhteistyössä *MVP:n määrittelemisen on kriittinen osa projektin alkua, jolle tulisi varata riittävästi resursseja.* Toisena haittana haastatteluissa mainittiin riski siitä, että projektin tilaava asiakas ei välttämättä ymmärrä kuinka laaja MVP:stä tulee ja kuinka nopeassa ajassa se valmistuu. Lisäksi MVP -mallin heikkoutena pidettiin *hukkaan menevän kehityssajan mahdollisuutta*, jos haluttu lopputulos ei ole selkeä ja kehitettyjä asioita ei oteta mukaan lopulliseen tuotteeseen.

## 6.2.2 Tutkimuksen rajoitteet

Positiivisista Freesi projektin tuloksista huolimatta pitää huomioida, että tutkimus tehtiin yhdestä IoT -palvelusta, eikä tuloksia voida tämän takia yleistää. Freesin käyttäjähaastatteluun oli saatavilla hyvin rajattu määrä käyttäjiä, koska palvelu oli vielä hyvin tuore, eikä monella käyttäjällä ollut vielä tarpeeksi kokemusta palvelun käytöstä, että he olisivat voineet osallistua tutkimukseen. Haastattelututkimuksessa haastateltiin vain viisi käyttäjää, jolla voi olla vaikutusta tuloksiin. Tarkempia tuloksia saataisiin haastatteleamalla suurempi määrä käyttäjiä ja käyttämällä haastattelujen tukena jotakin muuta tutkimusmenetelmää.

Käyttäjäkokemuksen suunnittelu MVP -projekteissa on haastavaa, koska projektin tärkeimmät resurssit, aika ja raha, eivät välttämättä ole riittävät kunnolliseen käyttäjäkartoitukseen ja tutkimukseen ennen kehityksen aloittamista. Voi olla mahdollista, että resurssit eivät riitä suunnitteluvaiheessa tuotteen tulevien käyttäjien hyödyntämiseen laisinkaan. Tämä rajoitus luo lisää painetta käyttäjäkokemuksen suunnittelijoille, eikä suunnitteluvaihetta välttämättä ole mahdollista toteuttaa parhaiden periaatteiden mukaisesti.

## 6.3 Kehitysehdotukset ja suositukset projektin jatkamiselle

Tässä alaluvussa esitetään tutkimuksessa löytyneitä kehitysehdotuksia Freesi -sisäilmapalvelun kehittämiseksi.

Yksi käyttäjä lähetti koulun rehtorille kuvakaappauksia koulun luokkahuoneiden olosuhdekuvaajista. Tämän käyttötapauksen helpottamiseksi *kuvaajiin voitaisiin lisätä ominaisuus, josta kuvaajan voisi ladata kuvatiedoston*, jotta käyttäjien ei itse tarvitsisi ottaa kuvakaappauksia ja mahdollisesti leikellä kuvasta sopivaa. Jos ajatusta kehittäisi vielä

pidemmälle voitaisiin käyttäjille tarjota mahdollisuus generoida valitsemaltaan aikaväliltä koko kohteen tai yksittäisen tilan kattava raportti. Raportissa voitaisiin esittää visuaalisoiden kohteen tai tilan pääluvut ja kehitys valitulta ajanjaksolta, korostaen mahdollisia poikkeavuuksia.

Yksi Freesin käyttäjä kommentoi, että *kalenterin sulkemisessa olisi hyvä olla painike sulkemiselle*, koska ensimmäisellä käyttökerralla hän oli hämääntynyt, miksei aikaväli muuttunut, vaikka hän oli tehnyt päivämäärä valinnat. Kalenterista olisi hyvä tehdä selkeämpi lisäämällä selkeä painike sulkemiselle ja erottamalla aikavälin valinnassa alku- ja loppupäivämäärät omiin kalentereihinsa. Tämän hetkinen aikavälin valitseminen kalenterin avulla on turhan sekava.

Kaksi käyttäjää mainitsi, että *kohdesivulla oleva anturivertailu on vaikea huomata*. Anturivertailu on tärkeä ominaisuus, joka mahdollistaa eri tilojen samanaikaisen vertailun. Anturivertailun tekstiä ja pudotusvalikkoa pitää korostaa paremmin, jotta käyttäjille ei ole epäselvää missä ominaisuus sijaitsee.

Käyttäjät toivoivat *parempia selityksiä mahdollisille virhetilanteille*. Esimerkiksi jos mittaustulos on nollassa, pitäisi käyttäjälle indikoida mistä tämä johtuu. Onko mittaustulos validi vai ei? Onko anturi mahdollisesti vioittunut tai onko verkkoliikenteessä katkos? Yksi ratkaisu olisi lisätä kuvaajien yhteyteen indikaatio symbolin ja tekstin avulla ilmaistuna mikä anturien tila mittaushetkellä on ollut. Näin käyttäjälle ei olisi epäselvää onko mittaus luotettava vai ei.

Yksi käyttäjä toivoi *kuvaajien y-akseleista dynaamisesti skaalautuvia*. Tällä tarkoitetaan sitä, että y-akselilla oleva skaala muuttuisi aina mittausarvojen mukaan, joten pienetkin muutokset mittauksissa pystyttäisiin näkemään kuvaajalla. Hyvä puoli staattisissa vakioiduissa akseleissa on se, että käyttäjä tottuu näkemään tietynlaisia vaihteluita kuvaajissa, ja pystyy siten huomaamaan helposti poikkeavuudet. Huono puoli tässä on se, että jos arvot muuttuvat aina hyvin vähän, ei arvojen muutosta välttämättä huomaa ollenkaan. Yksi vaihtoehto olisi antaa käyttäjälle valinta, kumpaa akselistoa hän haluaa käyttää. Tässä on riskinä, että näkymästä tulee liian kompleksi ja sekava.

Yksi käyttäjä mainitsi, että *jonkinlainen ohjeistus olisi hyvä lisätä osaksi palvelua*. Hänen mielestään päätoiminnot olisi hyvä selittää esimerkiksi ensimmäisellä käyttökerralla. Yksinkertainen tapa lisätä palveluun ohjeistuksia on pienet info-painikkeet, joita painamalla saadaan näkyviin lyhyt ohjeteksti. Näitä painikkeita voitaisiin lisätä kaikkiin paikkoihin, missä käyttö ei ole täysin yksiselitteistä.

Yksi käyttäjä toivoi *yleisnäkymän karttaan parannuksia*. Hänen mielestään kartan olisi hyvä muistaa sijainti ja zoomauksen taso käyttökertojen välillä. Tällä hetkellä kartta palaa oletussijaintiin ja zoomaukseen, kun käyttäjä siirtyy pois yleisnäkymästä. Karttaa voisi kehittää myös lisäämällä taustalle laskenta, joka selvittäisi käyttäjän eri kohteiden keski-

pisteen ja asettaisi kartan oletussijainniksi tämän keskipisteen. Tällä tavalla kaikki käyttäjän kohteet näkyisivät varmasti kartalla, eikä käyttäjän tarvitsisi vierittää karttaa löytääkseen kaikkia kohteitaan.

Yksi käyttäjä mainitsi kehitysehdotuksena, että *ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet ja lämmityspiirit näkyisivät jollakin tapaa kuvaajissa*, joka auttaisi vertailussa. Tämän ominaisuuden avulla käyttäjä voisi helpommin tulkita olosuhteiden muutoksien syitä.

Yksi käyttäjä toivoi, että *kuvaajiin merkittäisiin selkeästi viikonloput*. Näin näkisi helposti selityksen sisäilman muutoksille, kun kiinteistöissä ei ole käyttäjiä.

## 6.4 Freesin kehitys tutkimuksen jälkeen

Freesi palvelua on kehitetty tutkimuksen jälkeen useita kuukausia, mikä on tuonut mukanaan useita parannuksia, mitä tutkimuksen aikana ei vielä ollut olemassa.

MVP:n jälkeen Freesissä käytettävät mittauslaitteet ovat kehittyneet ja nykyisin järjestelmässä on mahdollista käyttää eri anturivalmistajien laitteita. Nykyiset anturit mittaavat lämpötilaa, paine-eroa, ilmankosteutta, hiilidioksidia ja TVOC.

Kaksi haastateltavaa käyttäjää kritisoi IISY:n oman mittapisteen IAQ:n käyttöä, koska se ei ollut käyttäjille ennalta tuttu, eikä mittapistettä oltu tarkasti määritelty. Nykyisissä antureissa IAQ -mittaus on korvattu hiilidioksidimittauksella. Hiilidioksidi on sisäilmamittauksissa yleisesti käytössä oleva suure, joten sekaannusta sen kanssa ei pitäisi tapahtua.

Yksi haastateltavista Freesin käyttäjistä oli turhautunut, kun hänen prototyyppiantureidensa paristot olivat loppuneet, eikä hän ollut saanut asiasta ilmoitusta. Nykyisten Freesi-anturien paristot kestävät useita vuosia ja niissä on automaattinen ilmoitusjärjestelmä, kun pariston varaus käy vähiin, joten tämänkaltaisia ongelmia ei enää pääse tapahtumaan.

## LÄHTEET

Agile Alliance 2019. Agile Practices Timeline. 2019. Saatavilla: <https://www.agilealliance.org/agile101/practices-timeline/>

Agile Manifesto. 2001. Saatavilla: <https://agilemanifesto.org/>

Alben, L. 1996. Quality of Experience: Defining the Criteria for Effective Interaction Design. *Interactions*, 3, 3, pp. 11-15. Saatavilla: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=235010>.

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. & Ayyash, M. 2015. Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2015, Volume 17, Issue 4.

Ashton, K. 2009. That 'Internet of Things' Thing, *RFIDJournal*. Saatavilla: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>

Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. 2010. The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, Volume 54, Issue 15, 28 October 2010, pp. 2787-2805.

Bargas-Avila, J.A., & Hornbaek, K. 2011. Old wine in new bottles or novel challenges: a critical analysis of empirical studies of user experience. *CHI'11*, ACM (New York, NY, USA, 2011), pp. 2689–2698. Saatavissa: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1979336>.

Denodo 2018. Denodo Cloud Survey 2017, Tammikuu 2018. Saatavilla: <https://www.slideshare.net/Denodo/denodo-cloud-survey-results-2017>

Gartner 2017. Gartner, Inc. 2017. Saatavilla: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>.

Gerla, M., Eun-Kyu, L., Pau, G. & Uichin, L. 2014. Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds. *Proc. IEEE WF-IoT*, 2014, pp.241–246.

Ghezzi, A. 2018. Digital startups and the adoption and implementation of Lean Startup Approaches: Effectuation, Bricolage and Opportunity Creation in practice. *Technological Forecasting and Social Change*, 2018.

Goldberg, A. & Rubin, K.S. 1995. *Succeeding with Objects: Decision Frameworks for Project Management*. Addison-Wesley Professional, 1995.

Gothelf, J. 2013. *Lean UX: Applying lean principles to improve user experience*. O'Reilly Media, Inc. (2013)

Greer, D. & Hamon, Y. 2011. Agile Software Development. *Software Practice and Experience*, 2011, 41, pp. 943-944.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions, in: Future Generation Computer Systems, 2013, pp. 1645-1660. Saatavilla: <http://www.sciencedirect.com.lib-proxy.tuni.fi/science/article/pii/S0167739X13000241>.

Hagel, J. & Seely Brown, J. 2017. Shaping Strategies for the IoT. Computer, vol. 50, no. 8, pp. 64-68, 2017.

Hokkanen, L. 2017. From Minimum Viable to Maximum Lovable: Developing a User Experience Strategy Model for Software Startups. Tampere University of Technology, 2017. 60 p. (Tampere University of Technology. Publication; Vol. 1483).

ISO 9241-210:2010. ISO. 2010. Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centered design for interactive systems. Tech. rep., International Organization for Standardization, Switzerland, 2010. Saatavilla: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>

R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, and S. Khan. 2012. Future Internet: The Internet of Things architecture, possible applications and key challenges. Proc. 10th Int. Conf. FIT, 2012, pp.257–260.

Mao, J-E., Vredenburg, K., Smith, P. & Carey, T. 2005. The state of user-centered design practice. Communications of the ACM - The disappearing computer, Volume 48, Issue 3, March 2005, pp. 105-109.

Moogk, D.R. 2012. Minimum Viable Product and the Importance of Experimentation in Technology Startups. Technology Innovation Management Review, March 2012.

NIC 2008. National Intelligence Council, Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interests Out to 2025 – Conference Report CR 2008-07, April 2008. Saatavilla: <https://fas.org/irp/nic/disruptive.pdf>

Nielsen, J. & Norman, D. The Definition of User Experience (UX). Saatavilla: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>

Nudelman, G. 2018. Lean UX Communication Strategies for Success in Large Organizations. Interactions ACM, Syyskuu-Lokakuu 2018.

Pretz, K. 2013. The Next Evolution of the Internet. The Institute, IEEE, Tammikuu 2013.

Schwaber, K., Sutherland, J., 2017. The Scrum Guide. Saatavilla: <https://www.scrumguides.org/>

State of Scrum 2018. 2017-18 State of Scrum Report. Saatavilla: <https://www.scrumalliance.org/learn-about-scrum/state-of-scrum>

Ries, E. 2011. The Lean Startup, 1st ed. Crown Business, New York, USA, 2011.

Rubin, K.S. 2012. Essential Scrum: A Practical Guide To The Most Popular Agile Process. ISBN 978-0137043293. Addison-Wesley Signature Series (Cohn), 2012.

Tarkastusvaliokunta 2012. Eduskunnan tarkastusvaliokunta. 2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Saatavilla: [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/trvj\\_1+2012.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/trvj_1+2012.pdf)

THL 2019. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2019. Saatavilla: <https://thl.fi/fi/web/ym-paristoterveys/sisailma>

Wu, M., Lu, T. J., Ling, F. Y., Sun, J. & Du, H. Y. 2010. Research on the architecture of Internet of Things. Proc. 3rd ICACTE, 2010, pp. V5-484–V5-487.

Zhao, K. & Ge, L. 2013. A survey on the internet of things security. Computational Intelligence and Security (CIS), 2013 9th International Conference, pp. 663–667, IEEE, 2013.